



IX CONGRESSO BRASILEIRO DE **ARROZ IRRIGADO**

Ciência e Tecnologia
para otimização da orizicultura

11 a 14 de Agosto de 2015
Theatro Guarany, Pelotas, RS, Brasil

Anais

REALIZAÇÃO



PROMOÇÃO



Pelotas, RS
2015

Exemplares desta publicação podem ser solicitados a:
Embrapa Clima Temperado

Editores Técnicos:

André Andres

Silvio Steinmetz

Walkyria Bueno Scivittaro

Editoração Eletrônica:

Brantan Cezar Abbady Chagas

André Andres

Walkyria Bueno Scivittaro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Arroz e Feijão

Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado (9. : 2015 : Pelotas, RS).

Ciência e tecnologia para otimização da orizicultura : anais /

IX Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, Pelotas, RS, Brasil, 11 a 14 de agosto de 2015. – [Brasília, DF] : Embrapa ; Pelotas, RS : SOSBAI, 2015.

1 pen drive : color.

Documento em formato digital.

ISBN 978-85-69582-00-7

1. Arroz irrigado - Pesquisa. 2. Orizicultura. I. Título.

CDD 633.18 (21. ed.)

© Sosbai 2015



Fundada em 24 de julho de 1998
CNPJ: 03.047.303/0001-58

Diretoria da SOSBAI - Gestão 2014/2016

Presidente: Paulo Ricardo Reis Fagundes
Vice-Presidente: Sérgio Iraçu Gindri Lopes
Secretário: Ariano Martins de Magalhães Júnior
2º Secretário: André Andres
Tesoureiro: Walkyria Bueno Scivittaro
2º Tesoureiro: Maria Laura Turino Mattos

Conselho Fiscal

Titulares:

Aldo Merotto Júnior
Moacir Cardoso Elias
Ronaldir Knoblauch

Suplentes:

Antônio Folgiarini Rosso
Leila Picolli da Silva
Isabel Helena Verneti Azambuja

IX CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO

Ciência e Tecnologia para Otimização da Orizicultura

11 a 14 de Agosto de 2015
Theatro Guarany, Pelotas, RS, Brasil

COMISSÃO ORGANIZADORA

Presidente

José Francisco da Silva Martins

Vice-presidente

André Andres

Secretário Executivo

Paulo Ricardo Reis Fagundes

Coordenação de Comissões

Técnico-Científica

Silvio Steinmetz

Finanças e Contabilidade

Walkyria Bueno Scivittaro

Infraestrutura e Logística

Ariano Martins de Magalhães Júnior

Cultural e Social

Maria Laura Turino Mattos

Comunicação e Divulgação

Cintia Brenner Acosta Franco

DEMAIS MEMBROS DA COMISSÃO ORGANIZADORA

Comissão Técnico-Científica

Adriano Stephan Nascente
Alberto Baêta dos Santos
Aldo Merotto Júnior
Alcido Elenor Wander
Ana Paula Schneid Afonso da Rosa
André Andres
Ariano Martins de Magalhães Júnior
Carlos Magri Ferreira
Cley Donizeti Martins Nunes
Daniel Fernandes Franco
Francisco de Jesus Verneti Júnior
Giovani Greigh Britto
Isabel Helena Verneti Azambuja
José Alberto Noldin
José Alberto Petrini
José Alexandre Freitas Barrigossi
José Francisco da Silva Martins
José Manoel Colombari Filho
José Maria Barbat Parfitt
Júlio José Centeno da Silva
Luis Fernando Stone
Mábio Chrisley Lacerda
Maria Laura Turino Mattos
Marilaine Schaun Pelufê
Marta Cristina Corsi de Filippi
Mellissa Ananias Soler da Silva
Orlando Peixoto de Moraes
Paulo Ricardo Reis Fagundes
Péricles de Carvalho Ferreira Neves
Priscila Zaczuk Bassinello
Ronaldir Knoblauch
Valácia Lemes da Silva Lobo
Walkyria Bueno Scivittaro

Comissão de Finanças e Contabilidade

André Andres

Geraldo Redin Camejo

Paulo Ricardo Reis Fagundes

Comissão de Infraestrutura e Logística

Alcides Cristiano M. Severo

Antonio Carlos Marques Monassa

Cláudio Roger Loy

José Danúbio Guidotti Lopes

José Luiz Costa

Gilmar Chaves Alves

Lucia Helena Padilha Corvelo

Renato Amaral Kuhn

Roni Farias Kaster

Sérgio Ilmar Vergara dos Santos

Comissão Cultural e Social

Cintia Brenner Acosta Franco

Cley Donizeti Martins Nunes

Maria Celina Bettin

Jussara Zanola

Walkyria Bueno Scivittaro

Comissão de Comunicação e Divulgação

Andréa Denise Noronha

Carmen Lourdes Pauletto Chemello

Eliz Regina Salagnac Rickes

Francisco da Silva Lima

Jesus Marques da Silva Filho

João Carlos Leite da Silva

Patrícia Barcelos Félix de Menezes

Paulo Luiz Lanzetta Aguiar

Sérgio Antonio Rodrigues da Silva

RELAÇÃO DE REVISORES *AD HOC*

Adilson Luis Bamberg - Embrapa
Alberto Baêta dos Santos - Embrapa
Alcido Elenor Wander - Embrapa
Aldo Merotto Júnior - UFRGS
Alexander de Andrade - IRGA
Alexandre Bryan Heinemann - Embrapa
Ana Paula S. Afonso da Rosa - Embrapa
Anderson Dionei Grutzmacher - UFPel
Anderson L. Nunes - IFRS
André Andres - Embrapa
André da Rosa Ulguim - IRGA
Antônio Carlos Centeno Cordeiro - Embrapa
Antônio Costa de Oliveira - UFPel
Antônio Folgiarin iRosso - IRGA
Ariano Martins de Magalhães Júnior - Embrapa
Athos Dias de Castro Gadea - IRGA
Carlos Antonio da Costa Tillmann - UFPel
Carlos Eduardo Schaedler - UNIPAMPA
Carlos Magri Ferreira - Embrapa
Claudio Ogoshi - IRGA
Cley Donizeti Martins Nunes - Embrapa
Daniel Fernandez Franco - Embrapa
Dirceu Agostinetto - UFPel
Domingos Savio Eberhardt - Epagri
Edinalvo Rabaoli Camargo - UFPel
Eduardo Rodrigues Hickel - Epagri
Elio Marcolin - IRGA
Enio Marchesan - UFSM
Ester Wickert - Epagri
Fabiana Schmidt - Epagri
Fabiane Lamego - Embrapa
Felipe de Campos Carmona - INTEGRAR
Felipe Gutheil Ferreira - IRGA
Fernando Felisberto da Silva - UNIPAMPA
Francisco de Jesus Vernetti Júnior - Embrapa

Gabriela Neves Martins - Epagri
Germani Concenço - Embrapa
Giovani Greigh de Brito - Embrapa
Gláucia de Almeida Padrão - Epagri
Gustavo Mack Teló - Embrapa
Ivan Francisco Dressler da Costa - UFSM
Jerri Zilli - Embrapa
José Alberto Petrini - Embrapa
José Alexandre Freitas Barrigossi - Embrapa
José Antônio Weykamp da Cruz - UCPEL
José Francisco da Silva Martins - Embrapa
José Maria Barbat Parfitt - Embrapa
José Maria Filippini Alba - Embrapa
Júlio José Centeno da Silva - Embrapa
Leandro Galon- UFFS
Leandro Souza da Silva - UFSM
Leandro Vargas - Embrapa
Ledemar Carlos Vahl - UFPel
Leila Picolli da Silva - UFSM
Luciano Maia - UFPel
Luis Fernando Stone - Embrapa
Mara Cristina Barbosa Lopes - IRGA
Maria Laura Turino Mattos - Embrapa
Marla de Oliveira Farias - Embrapa
Marta Cristina Corsi de Filippi - Embrapa
Mauricio de Oliveira - UFPel
Mellissa Ananias Soler da Silva - Embrapa
Moacir Cardoso Elias - UFPel
Nathan Levien Vanier - UFPel
Nelson Diehl Kruse - UFSM
Orlando Peixoto de Moraes - Embrapa
Paulo Ricardo Reis Fagundes - Embrapa
Rafael Gomes Dionello - UFRGS
Ricardo Tadeu Paraginski - IF Farroupilha
Rodrigo Schoenfeld - IRGA
Rogério Oliveira de Sousa - UFPel
Rômulo Penna Scorza Junior - Embrapa

Ronaldir Knoblauch - Epagri
Rosane Martinazzo - Embrapa
Santiago Vianna Cuadra - Embrapa
Sérgio Iraçu Gindri Lopes - IRGA
Sidnei Deuner - UFPel
Silvio Steinmetz - Embrapa
Uemerson Silva da Cunha - UFPEL
Valácia Lemes da Silva Lobo - Embrapa
Victor Hugo Kayser - IRGA
Walkyria Bueno Scivittaro - Embrapa

NOTA DA COMISSÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

O conteúdo dos trabalhos publicados neste documento é de inteira responsabilidade dos autores.

A Comissão técnico-científica isenta-se de responsabilidade por eventuais erros contidos nos trabalhos publicados nos Anais do IX Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, ainda que tenham sido solicitadas, aos autores, correções no conteúdo e ajustes na formatação, visando adequá-los às normas para publicação.

APRESENTAÇÃO

A Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado (SOSBAI) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) têm a satisfação de apresentar os Anais do nono Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado (IX CBAI), realizado em Pelotas, RS, no período de 11 a 14 de agosto de 2015.

O IX CBAI, realizado pela Embrapa, com apoio da Prefeitura de Pelotas, é promovido pela SOSBAI, com co-promoção da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) e das Universidades Federais de Pelotas (UFPel), do Rio Grande do Sul (UFRGS) e de Santa Maria (UFSM).

O tema do IX CBAI **“Ciência e Tecnologia para Otimização da Orizicultura”** foi proposto com o intuito de estimular a discussão e a intensificação de pesquisas pragmáticas e de vanguarda, que possibilitem avanço no conhecimento científico e tecnológico atualmente à disposição da cadeia produtiva orizícola e de outros sistemas agrícolas associados. Há necessidade de superar entraves e explorar oportunidades visando minimizar o descompasso entre o crescente desempenho agrônomo da orizicultura irrigada, que atinge produtividades excepcionais, e a situação econômica de baixa rentabilidade, aliada à crescente exigência por qualidade ambiental e dos produtos ofertados à sociedade. Novos conhecimentos sobre a interferência de fatores ambientais bióticos e abióticos na fisiologia e no desempenho das plantas de arroz podem ser aplicados no desenvolvimento de inovações tecnológicas ou como promotores de melhor resposta de tecnologias já disponíveis. Há de se admitir que, perante a diversificação do sistema produtivo na maioria das áreas orizícolas irrigáveis por inundação, basicamente, com a expansão do cultivo da soja e o aprimoramento da integração lavoura-pecuária, impõe-se a demanda de avanço no conhecimento científico e tecnológico sobre particularidades de cada componente do sistema, como também sobre a interatividade desses componentes. Buscou-se expor essa demanda no IX CBAI, no sentido de contribuir para uma compatibilização entre requisitos agrônômicos, econômicos e ambientais, necessária ao atingimento de uma real sustentabilidade das cadeias produtivas envolvidas.

Por ocasião do IX CBAI, buscou-se resgatar aspectos históricos e culturais da orizicultura no município de Pelotas, que foi um dos pioneiros na tecnificação das lavouras e, ao longo do tempo, um gerador de ciência e tecnologia para o setor, desde a fundação, em 1883, de uma das mais antigas Escolas de Agronomia do País em atividade, a Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, antes conhecida por “Imperial Escola de Medicina Veterinária e de Agricultura Prática”. Adicionalmente, pretendeu-se possibilitar aos participantes conhecer “um pouco mais” da história e arquitetura de Pelotas, o que motivou a realização do Congresso no Centro Histórico da Cidade em prédios referenciais, como o Theatro Guarany (“palco principal”), a Prefeitura Municipal e a Biblioteca Pública.

A programação técnico-científica do IX CBAI contemplará 16 palestras e a apresentação de 294 trabalhos (resumos expandidos), sendo 64 na forma oral e 230 na forma de pôster. O Comitê Técnico-Científico do Congresso agradece aos 83 consultores que atuaram como revisores dos trabalhos, tarefa árdua, que muito contribuiu para qualificar o conteúdo dos textos publicados nos Anais.

A Comissão Organizadora do IX CBAI, em nome da SOSBAI e da Embrapa, agradece a todos que colaboraram para a realização do Evento, incluindo palestrantes, moderadores, apresentadores de trabalhos e coordenadores de sessões, às instituições co-promotoras, aos patrocinadores Dow AgroSciences Industrial Ltda., Basf S.A., John Deere Brasil Ltda., Monsanto do Brasil Ltda., RiceTec Sementes Ltda., e aos apoiadores Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Prefeitura de Pelotas.

Comissão Organizadora

SUMÁRIO

SEÇÃO 1 – FITOMELHORAMENTO

ANÁLISE DA ESTABILIDADE DO GENE DE REFERÊNCIA OsEF1- α EM DIFERENTES ESTRESSES ABIÓTICOS

Fabiane Igansi de Castro dos Santos, Vivian Ebeling Viana, Naciele Marini, Ariadne Ribeiro, Antonio Costa de Oliveira

ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS EM PARÂMETRO DE AVALIAÇÃO DE ESTRESSE SALINO EM GENÓTIPOS DE ARROZ

Rodrigo Danielowski, Taiane Peres Viana, Elisane Weber Tessmann, Mateus Olivo, Cristiano Matias Zimmer, Eder Liciery Golli, Anderson Rodrigues, Antonio Costa de Oliveira, Luciano Carlos da Maia

ANÁLISE DE FATORES DE TRANSCRIÇÃO DIFERENCIALMENTE EXPRESSOS EM PLANTAS DE ARROZ SOB EXCESSO DE FERRO

Artur Teixeira de Araujo Junior, Marcelo Nogueira do Amaral, Luis W. Pacheco Arge, Danyela de Cássia Oliveira, Solange Ferreira da Silveira Silveira, Daniel da Rosa Farias, Railson Schreinert dos Santos, Eugenia Jacira Bolacel Braga, Luciano Carlos da Maia, Antonio Costa de Oliveira

ANÁLISE DE GENES CANDIDATOS A GENE DE REFERÊNCIA PARA ESTUDOS DE EXPRESSÃO GÊNICA EM ARROZ SOBRE ESTRESSE POR EXCESSO DE FERRO

Fabiane Igansi de Castro dos Santos, Naciele, Marcio, Antônio, Vivian, Ariadne

ANÁLISE GENÔMICA COMPARATIVA DE GENES bZIP ENTRE ARROZ E ARABIDOPSIS

Ariadne Ribeiro Henriques, Fabiane Igansi de Castro dos Santos, Vivian Ebeling Viana, Luciano Carlos da Maia, Antonio Costa de Oliveira

AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO EM DIFERENTES REGIÕES CLIMÁTICAS

João Rodrigo de Castro, Santiago Viana Cuadra, Alexandre Bryan Heineman, Silvio Steinmetz, Luciana Barros Pinto, João Marcelo Hoffman, Renã Araújo

AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SELÊNIO, ZINCO, COBRE, ARSÊNIO, CÁDMIO E CHUMBO EM VARIEDADE DE ARROZES COMUMENTE CULTIVADOS NO BRASIL

Fabiana Roberta Segura, Fabio Silva, Ana Carolina Paulelli, Júlio Centeno da Silva, Daniel Fernandez Franco, Ariano Martins de Magalhães Júnior, Bruno Lemos Batista

AVALIAÇÃO DA REAÇÃO A TOXIDEZ POR EXCESSO DE FERRO NO SOLO EM GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO DO INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ, SAFRA 2014/15

Sergio Iraçu Gindri Lopes, Roberto Luis Weiler, Mara Cristina Barbosa Lopes, Gustavo Campos Soares, Paulo Rodrigo Freitas, Rita de Cássia Comoretto

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO DA EMBRAPA NO VALE DO RIO SENEGAL NA ÁFRICA

João Batista Beltrão Marques, Péricles de Carvalho Neves, Carlos Magri Ferreira

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO DA EMBRAPA, NO RIO GRANDE DO SUL. SAFRA 2014/15

Paulo Ricardo Reis Fagundes, Ariano Martins de magalhães jr, Giovani greigh de Brito, Andre Andres, Cley Donizetti Nunes, José Francisco da S. Martins, José Albeto Petrini, Eduardo Vinícios Scalabrin loreson

AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ HÍBRIDO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL NA SAFRA 2013/14

Daniel Arthur Gaklik Waldow, Antonio Folgiarini de Rosso, Gustavo Hernandez, Jorge Cremonese, Jeison Leonetti, Davi Piazzeta, Michel Costa, Ingrid Tomazi

AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ HÍBRIDO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL NA SAFRA 2014/15

Daniel Arthur Gaklik Waldow, Antonio Folgiarini de Rosso, Mara Grohs, Cleiton José Ramao, Juliano Brum de Quevedo, Roberto Carlos Doring Wolter, Davi Piazzeta, Michel Costa, Ingrid Tomazi, Taiane Tomazi

AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO DA EMBRAPA QUANTO A TOXIDEX DE FERRO, SAFRA 2014/2015

Tuise Kuhn Krüger, Gabriel Almeida Aguiar, Eduardo Anibele Streck, Ariano Martins de Magalhães Jr, Paulo Ricardo dos Reis Fagundes, Matheus Plantikow Huber

AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO EM REGIÃO DE ELEVADA ALTITUDE, SUJEITA A BAIXAS TEMPERATURAS 2013/14 - 2014/15

Rubens Marschalek, Diane Simon Rozzetto, Alexander de Andrade, Ester Wickert

AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ PARA TOLERÂNCIA AO FRIO NO INÍCIO DO PERÍODO VEGETATIVO

Bárbara Maciel Getz, Viviane Kopp da Luz, Natã Dienes Machado, Rogério Oliveira de Sousa, José Fernandes Barbosa Neto, Ariano Martins de Magalhães Júnior, Antônio Costa de Oliveira

AVALIAÇÃO DE POPULAÇÕES F2 PARA TOLERÂNCIA A BAIXAS TEMPERATURAS NA GERMINAÇÃO

Gabriela de Magalhães da Fonseca, Marina de Magalhães da Fonseca, Maicon Nardino, Viviane Kopp da Luz, Ivan Ricardo Carvalho, Ariano Martins de Magalhães Júnior, Antonio Costa de Oliveira, Luciano Carlos da Maia

AVALIAÇÃO DE LINHAGENS AVANÇADAS DE ARROZ IRRIGADO DA EMBRAPA. SAFRA 2014/15

Paulo Ricardo Reis Fagundes, Ariano Martins de Magalhães Júnior, Giovani Greigh de Brito, Cley Donizetti Nunes, Eduardo Vinícios Scalabrin Loreson

AVALIAÇÃO TEMPORAL E INDICAÇÃO DE LINHAGENS DE ARROZ IRRIGADO PARA A REGIÃO TROPICAL DO BRASIL

Antonio Carlos Centeno Cordeiro, Paula Pereira Torga , Orlando Peixoto de Moraes, Paulo Hideo Nakano Rangel, José Manoel Colombari Filho, Daniel de Brito Fragoso, José Mauro Kruke, Roni Azevedo, José Almeida Pereira, Silvino Amorim Neto

BRS 358: CULTIVAR DE ARROZ IRRIGADO COM TIPO DE GRÃOS PARA A CULINÁRIA JAPONESA

Antonio Carlos Centeno Cordeiro, Paulo Hideo N. Rangel, Priscila Z. Bassinello, Orlando P. de Moraes, Francisco P. Moura Neto, Ariano M. Magalhães Junior, Ester Wichert, Paula P. Torga, Glênio W. de Campos, Luiz Alberto Staut, Silvino Amorim Neto

BRS 901: CULTIVAR DE ARROZ VERMELHO PARA O MERCADO TRADICIONAL NORDESTINO

José Almeida Pereira, Orlando Peixoto de Moraes, Priscila Zaczuk Bassinello, Paula Pereira Torga, José Manoel Colombari Filho, José Alves da Silva Câmara, Valdenir Queiroz Ribeiro

BRS 902: CULTIVAR DE ARROZ VERMELHO PARA O MERCADO TRADICIONAL BRASILEIRO

José Almeida Pereira, Orlando Peixoto de Moraes, José Manoel Colombari Filho, Paula Pereira Torga, Priscila Zaczuk Bassinello, José Alves da Silva Câmara, Valdenir Queiroz Ribeiro

BRS AG: CULTIVAR DE ARROZ IRRIGADO DESENVOLVIDA PARA PRODUÇÃO DE ÁLCOOL DE CEREAIS E/OU ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Ariano M. de Magalhães Jr., Paulo Fagundes, Daniel F. Franco, Andre Andres, Cley D. Nunes, José Petrini, José Francisco Martins, Alcides Severo, Orlando P. de Moraes, Francisco Moura, Eduardo A. Streck, Gabriel Aguiar, Paulo H. Facchinello, Matheus P. Huber, Tuise K. Krüger

CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO DE CINCO CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO COM A POPULAÇÃO DE SELEÇÃO RECORRENTE CNA12T

Paulo Henrique Ramos Guimarães, Paula Pereira Torga, Orlando Peixoto de Moraes, José Manoel Colombari Filho, Paulo Hideo Nakano Rangel, Raquel Neves de Mello, Patrícia Guimarães Santos Melo

CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO E INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS NA HIBRIDAÇÃO DE ARROZ IRRIGADO

Gabriel Almeida Aguiar, Eduardo Anibele Streck, Ariano Martins de Magalhães Jr., Paulo Ricardo dos Reis Fagundes, Luciano Carlos da Maia, Matheus Plantikow Huber, Tuise Kuhn Krüger

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E TESTE DE DHE DA CULTIVAR IRGA 424 RI E DE TRÊS LINHAGENS ELITES DO PROGRAMA DE MELHORAMENTO DO IRGA

Liane Terezinha Dorneles, Mara Cristina Barbosa Lopes, Sérgio Iraçu Gindri Lopes, Cláudio Ogoshi, Ângelo Zamboni

COMPARAÇÃO DE ÍNDICES DE SELEÇÃO APLICADOS EM SELEÇÃO RECORRENTE DE ARROZ IRRIGADO

Odilon Peixoto de Moraes, Orlando Peixoto de Moraes , Flavio Breseghello, Paulo Hideo Nakano Rangel, Ariano Martins de Magalhães Júnior

COMPARAÇÃO DO ACÚMULO DE MATÉRIA SECA OBSERVADO E SIMULADO PELO SIMULARROZ PARA DOIS HÍBRIDOS E UMA CULTIVAR DE ARROZ, NAS SAFRAS 2013/2014 e 2014/2015 EM SANTA MARIA-RS

Giovana Ghisleni Ribas, Nereu Augusto Streck, Isabel Lago, Moises de Freitas do Nascimento, Ary José Duarte Junior, Mathias Ferreira da Costa, Matheus Moreira Pereira

COMPARAÇÃO ENTRE AS CULTIVARES IRGA 424 E IRGA 424 RI E OS EFEITOS DO HERBICIDA KIFIX NA CULTIVAR IRGA 424 RI

Guilherme Rosa da Silva , Mara Cristina Barbosa Lopes, Gustavo Campos Soares, Roberto Luis Weiler

COMPORTAMIENTO DEL APARATO FOTOSINTÉTICO DE LA HOJA BANDERA DURANTE EL LLENADO DE GRANO EN LÍNEAS F4 TOLERANTES A FRÍO

Juan Vilas, Ayelen Gazquez, Alfonso Vidal, Rodolfo Bezus, Andrés Rodriguez, Santiago Maiale

CULTIVAR IRGA 429: MAIS UMA OPÇÃO PARA O SISTEMA DE CULTIVO DE ARROZ PRÉ-GERMINADO NO RIO GRANDE DO SUL

Sergio Iraçu Gindri Lopes, Mara Cristina Barbosa Lopes, Antonio Folgiarini de Rosso, Paulo Sérgio Carmona, Gustavo Rodrigo Daltrozo Funck, Oneides Antonio Avozani

CULTIVAR IRGA 430: PRECOCIDADE, QUALIDADE DOS GRÃOS E ALTA PRODUTIVIDADE

Mara Cristina Barbosa Lopes, Sérgio Iraçu Gindri Lopes, Paulo Sérgio Carmona, Gustavo Rodrigo Daltrozo Funck, Oneides Antonio Avozani

DESEMPENHO DA POPULAÇÃO CNA11 DE ARROZ IRRIGADO NO QUINTO CICLO DE SELEÇÃO RECORRENTE

José Manoel Colombari Filho, Oneides Antônio Avozani, Paulo Ricardo Reis Fagundes, Ariano Martins de Magalhães Júnior, Orlando Peixoto de Moraes

DESEMPENHO DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO POR ASPERSÃO NA REGIÃO DA CAMPANHA DO RIO GRANDE DO SUL

João Batista Beltrão Marques, Juliano Lino Ferreira, Naylor Bastiani Perez, José Maria Barbat Parfitt, Rodson Natividade Sisti, Camila Garcia Souza, Luíza da Silveira Ribeiro

DESEMPENHO DE GENÓTIPOS DE ARROZ COM GRÃOS ESPECIAIS EM DIFERENTES DENSIDADES DE SEMEADURA EM VÁRZEA DE RORAIMA

Emilia Estefania Villalba Morinigo, Alex Ricarte Linhares de Sá, Edgley Soares da Silva, Antonio Carlos Centeno Cordeiro, Roberto Dantas de Medeiros

DESEMPENHO DE GENÓTIPOS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS IRRIGADOS POR ASPERSÃO, SOB ALTA TEMPERATURA NATURAL

Cleber Moraes Guimaarães, Luís Fernando Stone, Adriano Pereira de Castro, Monograz Gonçalves Borges, Diagner Guilherme Martins Cunha

DESEMPENHO DE LINHAGENS DE ARROZ IRRIGADO NO CULTIVO PRINCIPAL E NA SOCA EM VÁRZEA TROPICAL

Alberto Baêta dos Santos, Paula Pereira Torga , Orlando Peixoto de Moraes, Talita Pereira Baêta Santos, Fábio de Oliveira Cruz, Yara Silva Oliveira

DESEMPENHO DE PROGENIES DA POPULAÇÃO PIrga 1/Pr/4 DE ARROZ IRRIGADO EM SELEÇÃO RECORRENTE

Oneides Antônio Avozani, José Manoel Colombari Filho, Orlando Peixoto de Moraes, Paulo Ricardo Reis Fagundes, Ariano Martins de Magalhães Júnior

DESEMPENHO PRODUTIVO E AGRONÔMICO DE LINHAGENS E CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO EM ENSAIO DE VCU NO ESTADO DE SÃO PAULO

Francisco Pereira Moura Neto, Paula Pereira Torga, José Manoel Colombari Filho, Glênio Wilson de Souza, Geraldo José Aparecido Dario, Plínio César Soares, Orlando Peixoto de Moraes, Péricles de Carvalho Ferreira Neves

EFEITO DE BAIXAS TEMPERATURAS NA FASE DE MICROSPOROGÊNESE EM GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO

Natalia Maria de Souza, Luis Sangoi, Rubens Marschalek, Ronaldir Knoblauch, Fernando Panison, Luciele Leolato, Murilo Miguel Durli, Allan Diego Fistarol

ENSAIO REGIONAL DE LINHAGENS DE ARROZ IRRIGADO DO PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DA EMBRAPA NO RS – SAFRA 2014/2015

Matheus Plantikow Huber, Eduardo Anibele Streck, Gabriel Almeida Aguiar, Tuise Kruger, Ariano Martins de Magalhães Júnior, Paulo Ricardo Reis Fagundes, Daniel Fernandez Franco

ENSAIOS DE RENDIMENTO PRELIMINAR E AVANÇADO SAFRA 2013/2014 DO PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DE ARROZ DE SANTA VITÓRIA DO PALMAR

Roberto Luis Weiler, Gabriela de Magalhães da Fonseca, Mara Cristina Barbosa Lopes

ESTERILIDADE DE ESPIGUETAS DE ARROZ IRRIGADO DEVIDO AO ESTRESSE POR BAIXAS TEMPERATURAS

Gabriel Almeida Aguiar, Eduardo Anibele Streck, Ariano Martins de Magalhães Jr., Paulo Ricardo dos Reis Fagundes, Geovani Brito, Luciano Carlos da Maia, Matheus Plantikow Huber, Tuise Kuhn Krüger

ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERES DE QUALIDADE DE GRÃO E CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE LINHAGENS ENDOGÂMICAS RECOMBINANTES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)

Renan Honorato Fernandes, José Fernandes Barbosa Neto, Rubens Marschalek, Ester Wickert

ESTIMATIVAS DE ANÁLISE DE TRILHA PARA OS COMPONENTES DE RENDIMENTO EM ARROZ IRRIGADO

Eduardo Anibeles Streck, Gabriel Almeida Aguiar, Ariano Martins de Magalhães Júnior, Paulo Ricardo Reis Fagundes, Matheus Huber, Tuise Kuhn Krüger

EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO EN SEGREGANTES F2 DE DOS CRUZAMIENTOS POR TOLERANCIA A FRÍO

Santiago Maiale, Ayelen Gazquez, Juan Vilas, Rodolfo Bezus, Alfonso Vidal, Andrés Rodríguez

IMPACTO DA INTRODUÇÃO DE FONTES DE TOLERÂNCIA À TOXIDEX POR FERRO E AO FRIO NA POPULAÇÃO CNA12S

Orlando Peixoto de Moraes, José Manoel Colombari Filho, Paula Pereira Torga, Paulo Hideo Nakano Rangel, Paulo Ricardo Reis Fagundes, Oneides Antônio Avozani

IRGA 424 RI: ALTERNATIVA TECNOLÓGICA PARA O CONTROLE DO ARROZ VERMELHO E PARA ALTA PRODUTIVIDADE

Mara Cristina Barbosa Lopes, Sérgio I. G. Lopes, Roberto Luis Weiler, Gustavo R. D. Funck

LAVOURAS EXPERIMENTAIS DE ARROZ – AVALIAÇÃO PARTICIPATIVA DAS LINHAGENS DE ARROZ DO PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DA EMBRAPA

Bernardo Mendes dos Santos, Heloísa Celis de Paiva Breseghello

OsWRKY19 É RESPONSIVO A ESTRESSES ABIÓTICOS EM ARROZ

Vívian Ebeling Viana, Naciele Marini, Fabiane Igansi de Castro dos Santos, Ariadne Ribeiro Henriques, Luciano Carlos da Maia, Antonio Costa de Oliveira

PARÂMETROS RADICULARES DE CULTIVARES DE ARROZ SUBMETIDAS À TOXIDEX POR FERRO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA

Miriam da Silva Tavares, Fernando Teixeira Nicoloso, Leticia Frizzo Ferigolo, Ruziele de Quadros Sandri, Aniélen Dutra da Silva, Julia Gomes Farias

PERFORMANCE DE LINHAGENS ELITE DE ARROZ IRRIGADO EM ENSAIOS DE RENDIMENTO, SAFRA 2013/14

Adriano Pereira de Castro, Paula Pereira Torga, Orlando Peixoto de Moraes, José Manoel Colombari Filho, Antônio Carlos Centeno Cordeiro

POTENCIAL DE LINHAGENS ELITE DE ARROZ IRRIGADO PARA REGIÃO TROPICAL DO BRASIL

Juliana Marques Ferrari, Gilberto Guerra de Almeida Neto, Joicy de Farias Lucas, Paulo Henrique Ramos Guimarães, Adriano Pereira de Castro, Paula Pereira Torga, Antônio Carlos Centeno Cordeiro

PROGRESSO GENÉTICO DO PROGRAMA DE MELHORAMENTO DE ARROZ IRRIGADO DA EMBRAPA NO RS APÓS LANÇAMENTO DE CULTIVARES SEMI-ANÃS

Eduardo Anibele Streck, Gabriel Almeida Aguiar, Ariano Martins de Magalhães Jr., Paulo Ricardo Reis Fagundes, Orlando Peixoto de Moraes, Matheus Huber, Tuise Kuhn Krüger

PROSPECÇÃO DE GERMOPLASMA DE ARROZ PARA A CULINÁRIA ITALIANA

José Manoel Colombari Filho, Aluana Gonçalves de Abreu, Paulo Hideo Nakano Rangel, Paula Pereira Torga, Raquel Neves de Mello

PROSPECÇÃO DE NORMALIZADORES PARA ESTUDOS DE EXPRESSÃO GÊNICA DE ARROZ EM BAIXA TEMPERATURA

Sonia Mendonça Poletto, Leticia Carvalho Benitez, Marcelo Nogueira do Amaral, Isabel Lopes Vighi, Priscila Ariane Auler, Gabriela dos Santos Rodrigues, Antonio Costa de Oliveira, Luciano Carlos da Maia, Ariano M. Magalhães Júnior, Eugenia Jacira Bolacel Braga

REDUÇÃO DA DENSIDADE DE SEMEADURA SOBRE O RENDIMENTO DE GRÃOS DE HÍBRIDOS DE ARROZ IRRIGADO

Letícia Ramon de Medeiros, Luis Osmar Braga Schuch, Vitor Henrique Vaz Mondo, Ariano Martins de Magalhães Júnior, Caio Sippel Dörr

SELEÇÃO ASSISTIDA POR MARCADORES PARA PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E CULINÁRIAS DO ARROZ

Tereza Cristina de Oliveira Borba, Raíza Cavalcante Fonseca , Priscila Zaczuk Bassinello, Raquel Neves de Mello, Rosângela Bevitori

SIMULAÇÃO DE ESTÁGIOS FENOLÓGICOS DE UM HÍBRIDO DE ARROZ UTILIZANDO O MODELO SIMULARROZ

Ary José Duarte Junior, Nereu Augusto Streck, Isabel Lago, Alencar Junior Zanon, Giovana Ghisleni Ribas, Thiago Schmitz Marques da Rocha, Moisés de Freitas do Nascimento

TRANSFORMAÇÃO GENÉTICA EM ARROZ COM O GENE *bv1* DE *Bauhinia variegata* VISANDO À OBTENÇÃO DE PLANTAS TOLERANTES A FUNGOS FITOPATOGÊNICOS

Tatiane Casarin, Carla Ferreira Silveira, Fabiana Roos Nora, Luciana Bicca Dode, Guilherme Cardoso, Amanda Munari Guimarães, Luciano da Silva Pinto

VALOR DE CULTIVO E USO DE GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO DA EMBRAPA, NO RS - SAFRA 2014/15

Ariano M. de Magalhães Júnior, Paulo Ricardo Reis Fagundes, Daniel F. Franco, Cley D. M. Nunes, Alcides C. M. Severo, Orlando P. de Moraes, Pérciles Neves, Paulo H. N. Rangel, Francisco Moura, Eduardo A. Streck, Gabriel Aguiar, Matheus P. Huber, Tuise K. Krüger, Paulo Henrique Facchinello

VARIABILIDADE GENÉTICA EM GERMOPLASMA DE ARROZ UTILIZANDO MARCADORES MOLECULARES SSR

Daisy Leticia Ramirez Monzon, Raquel Kneib, Naciele Marini, Caroline Marques Castro, Ariano Martins de Magalhães Júnior, Luciano Carlos da Maia

VARIAÇÃO NO TEOR DE ZINCO EM GRÃO POLIDO NA POPULAÇÃO RECORRENTE DE ARROZ BIOFORT 1

Pérciles de Carvalho Ferreira Neves, Pérciles de Carvalho Ferreira Neves, José Almeida Pereira, Priscila Zaczuk Bassinello, José Luiz Viana de Carvalho, Ivã Matsushige, Odilon Peixoto de Moraes Neto

SEÇÃO 2 - MANEJO DA CULTURA E DOS RECURSOS NATURAIS

ADUBAÇÃO DE COBERTURA COM UREIA E UREIA REVESTIDA EM FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO EM ARROZ DE TERRAS ALTAS

Amanda Ribeiro Peres, Ricardo Antonio Ferreira Rodrigues, José Roberto Portugal, Orivaldo Arf, Donário Silva Teixeira, Lucas Martins Garé

ADUBAÇÃO NITROGENADA E APLICAÇÃO DE FUNGICIDA NA PRODUTIVIDADE DE HÍBRIDOS DE ARROZ

Adriana Modolon Duarte, Vanderson Modolon Duarte, Evandro Parisotto, Bruno Budel, Fernando José Garbuio

AEGRO: UMA FERRAMENTA DE GERENCIAMENTO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ARROZ

Pedro Martins Dusso, Francisco Gerdau de Borja, Paulo Vitor Silvestrin, Thomas da Silva Rodrigues, Leonardo Hax Damiani

AMÔNIO, NITRATO E FÓSFORO NA SOLUÇÃO DE SOLO CULTIVADO COM ARROZ IRRIGADO EM SUCESSÃO AO AZEVÉM SOB PASTEJO

Filipe Selau Carlos, Francisco Alexandre de Moraes, Rodrigo Schmitt Fernandes, Tiago Viegas Cereza, Flávio Anastácio de Oliveira Camargo

APLICAÇÃO DE MACRO E MICRONUTRIENTES VIA FOLIAR NO HÍBRIDO INOV CL® DE ARROZ IRRIGADO

Adriana Modolon Duarte, Vanderson Modolon Duarte, Celso da Silva Pereira Junior, Fernando José Garbuio, Naracelis Poletto

ASPECTOS BIOMÉTRICOS E PRODUTIVOS DA CULTURA DO ARROZ EM FUNÇÃO DE REGULADOR VEGETAL

Cleiton José Alves, Orivaldo Arf, Nayara Fernanda Siviero Garcia, Mayara Rodrigues, Arthur Dias Galassi, Fernando Shintate Galindo, Luis Massao Sasaki

ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM PLÂNTULAS DE ARROZ NA PRESENÇA DE EXTRATO DE CENOURA E SALINIDADE

Sidnei Deuner, Cristina Copstein Cuchiara Cristiane Deuner, Carolina Terra Borges, César Iván Suárez Castellanos, Lariza Benedetti, Gabriele Espinel Ávila, Ítalo Lucas de Moraes

AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE ARROZ EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA

Juscelio Ramos de Souza, Bruno Neves Ribeiro, Riscelly Santana Magalhães, Luciano Gissi, Thiago Picinatti Raposo, Gustavo Spadotti Amaral Castro

AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE SOJA EM ÁREAS ORIZÍCOLAS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL (RS) - SAFRA 2014-2015

Pablo Gerzson Badinelli, Cleiton Steckling , Teresinha Roversi, Alencar Junior Zanon, Juliano Brum de Quevedo, Daniel Arthur Gaklik Waldow, Roberto Carlos Wolter, Darci Francisco Uhry Junior, Edison Souza, Elvis Tolso Veber, Jackson Brazil, Tiago Viegas Cereza

AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO DE GRÃOS E SEUS COMPONENTES DE DUAS CULTIVARES DE SOJA EM FUNÇÃO DO EXCESSO HÍDRICO EM UM GLEISSOLO

C. P. S. Giordano, D. F. U. Júnior, A. J. Zanon, D. Almeida, A. L. Vian, M. A. Turra, M. H. Jesus, J. A. Silva, R. C. Bredemeier

CALIBRAÇÃO DO MODELO CERES-Rice PARA CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO NO RIO GRANDE DO SUL

Santiago Vianna Cuadra, Silvio Steinmetz, Alexandre Bryan Heineman

CARACTERIZAÇÃO DE MICRONUTRIENTES DO SOLO E PRODUTIVIDADE DO ARROZ EM SUCESSÃO À ADUBAÇÃO VERDE E ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA EM PLANTIO DIRETO

Michelle Traete Sabundjian, Vagner do Nascimento, Orivaldo Arf, Marlene Cristina Alves, Paulo Ricardo Teodoro da Silva, Eptácio José de Souza, João Pedro Scrociato, Eder de Souza, Flávia Constantino Meirelles

CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE ARROZ EM SISTEMA ALAGADO CONSTRUÍDO (SAC) UTILIZANDO ÁGUA RESIDUÁRIA DA PECUÁRIA LEITEIRA

Felipe Cipriano da Silva, Gilda Vieira de Almeida, Antônio Carlos Faria de Melo, Jeferson Benigno Paula de Melo, Leonardo Duarte Batista da Silva, Camila Pinho

CRESCIMENTO INICIAL DE DUAS CULTIVARES DE ARROZ EM RESPOSTA À APLICAÇÃO DE EXTRATO DE CENOURA E CLORETO DE SÓDIO

Lariza Benedetti, Cristina Copstein Cuchiara, Ítalo Lucas de Moraes, Gabriele Espinel Ávila, Cristiane Deuner, Diogo da Silva Moura, Giovana Helena Nahira Fülber Correa, Sidnei Deuner

CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E COMPONENTES DA PRODUTIVIDADE DE SOJA EM SOLO ARROZEIRO, UTILIZANDO DIFERENTES ROMPEDORES DE SOLO NA SEMEADORA-ADUBADORA

Darci Francisco Uhry Junior, Alencar Junior Zanon, Paulo Regis Ferreira da Silva, Claudio Mario Mundstock, Mara Grohs, Enio Marchesan, Rodrigo Schoenfeld, Gerson Meneghetti Sarzi Sartori, Pablo Gerzson Badinelli, Tiago Viegas Cereza, Elvis Tolfo Veber

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE ARROZ IRRIGADO E EFICIÊNCIA DE USO DA ÁGUA EM RAZÃO DO MANEJO DA IRRIGAÇÃO

Alberto Baêta dos Santos, Luís Fernando Stone, Silvano Carlos da Silva, Elder de Lima Silva, Thaynara Garcia Santos

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE MILHO EM ÁREAS DE ARROZ IRRIGADO

Matheus Barreto Maass, Paulo Regis Ferreira da Silva, Rodrigo Schoenfeld, Joaquim Faraco Rodrigues, José Antônio Severo Celestino Alves, Andrei José Marafon

DETERMINAÇÃO DE ÉPOCAS DE SEMEADURA E GENÓTIPOS DE SOJA ADAPTADOS A SOLOS CULTIVADOS COM ARROZ IRRIGADO

Douglas Lemos Machado, Alencar Junior Zanon, Darci Francisco Uhry Junior, Edison da Silva Lopes, Vanderley de L. Tartaglia, Cristian Welter, Elisa Lunardi, Robson da Silva Lopes, Pablo G. Badinelli, Paulo Regis F. da Silva, Claudio M. Mundstock, Tiago V. Cereza, Elvis T. Veber

DOSES DE NITROGÊNIO E FONTES DE UREIA EM ARROZ DE TERRAS ALTAS (BRS ESMERALDA) IRRIGADO POR ASPERSÃO

José Roberto Portugal, Orivaldo Arf, Amanda Ribeiro Peres, Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues, Donário Silva Teixeira, Lucas Martins Garé

DOSES E MODOS DE APLICAÇÃO DE INOCULANTE CONTENDO *Azospirillum brasilense* EM ARROZ DE TERRAS ALTAS SAFRA 2013/14

Nayara Fernanda Siviero Garcia, Orivaldo Arf, Mayara Rodrigues, José Roberto Portugal, Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues, Amanda Ribeiro Peres, Cleiton José Alves

DOSES E PARCELAMENTO DE NITROGÊNIO PARA A CULTIVAR DE ARROZ SCS121 CL CULTIVADA EM SISTEMA DE SEMEADURA EM SOLO SECO COM IRRIGAÇÃO TARDIA

Fabiana Schmidt, Ronaldir Knoblauch, Domingos Sávio Eberhardt

EFEITO DA TEMPERATURA BAIXA EM DIFERENTES PERÍODOS NOS ESTÁDIOS INICIAIS EM GENÓTIPOS DE ARROZ

Joseani da Silveira Talhaferro, Juliana Gomes Belarmino, Cirineu Tolfo Bandeira, Mitiel Santos da Silva, Cláudia Bombassaro Nunes, Guilherme Ribeiro

EFEITO DO EXTRATO DE CENOURA E DA PRESENÇA DE SAL SOBRE O ÍNDICE DE CLOROFILA E ÍNDICE DE BALANÇO DE NITROGÊNIO EM PLANTAS DE ARROZ BRS QUERÊNCIA

Cristina Copstein Cuchiara, Lariza Benedetti, Gabriele Espinel Ávila, Ítalo Lucas de Moraes, Diogo da Silva Moura, Giovana Helena Nahira Fülber Correa, Sidnei Deuner

EFEITO DO MANEJO DE ÁGUA NA ABSORÇÃO DE MACRONUTRIENTES NO CULTIVO DE ARROZ EM HUMAITÁ-AM

Vairton Radmann, Rogério Oliveira de Sousa, Ledemar Carlos Vahl, Half Weinberg Corrêa Jordão, Ramylle Junior Lourenço Ramos, Tiago Brambilla Leonardi, Cristiano Weinert

EFEITO DO MANEJO DE ÁGUA NA ABSORÇÃO DE MICRONUTRIENTES NO CULTIVO DE ARROZ EM HUMAITÁ-AM

Cristiano Weinert, Rogério Oliveira Sousa, Vairton Radmann, Half Weinberg Corrêa Jordão, Tiago Brambilla Leonardi, Ramylle Junior Lourenço Ramos, Thaís Antolini Veçozzi, Ana Paula Rocha Neves

EFEITOS DO TRATAMENTO DE SEMENTES COM DIFERENTES DOSES DO FERTILIZANTE BIOZYME®, NA CULTIVAR GURI INTA CL®

Nilton Teixeira Pedrollo, Danie Martini Sanchotene, Sylvio Henrique Bidet Dornelles, Sandriane Neves Rodrigues, Tassiane Moraes Bolzan, Leandro Lima Spatt

EFICIÊNCIA DE IRRIGAÇÃO DE UM EQUIPAMENTO MECANIZADO TIPO LATERAL MÓVEL UTILIZADO NA CULTURA DO ARROZ

Emanuele Baifus Manke, Maria Clotilde Carré Chagas Neta, Bernardo Gomes Nörenberg, Lessandro Coll Faria, José Maria Barbat Parfitt, Fernando Andre Horbach, José Henrique Nunes Flores, Stéfano Voss Boeira

EFICIÊNCIA DE USO DA ÁGUA E RENDIMENTO DE GRÃOS NA CULTURA DO MILHO EM ÁREA DE ARROZ IRRIGADO

Joaquim Faraco Rodrigues, Paulo Regis Ferreira da Silva, Nilza dos Reis Castro, José Antônio Louzada, Rodrigo Schoenfeld, Matheus Barreto Mass

ÉPOCA PREFERENCIAL DE SEMEADURA PARA CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO DE CICLO MÉDIO E TARDIO EM CACHOEIRINHARS

Francisco Alexandre de Moraes, Cleiton José Ramão, Mara Grohs, Roberto Carlos Doring Wolter, Rafael Nunes dos Santos, Tiago Viegas Cereza

ESPAÇAMENTO E DOSES DE NITROGÊNIO EM LINHAGEM DE ARROZ CLEARFIELD® PARA REGIÃO DO CERRADO

Mabio Chrisley Lacerda, Kellen Fátima Orias Zago, Erick Tiago Lino Pereira, Maiza Dutra de Souza, Adriano Stephan Nascente

ESTRATÉGIAS DE MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA DE COBERTURA PARA AUMENTAR A EFICIÊNCIA NO USO DO N PELO ARROZ IRRIGADO

Allan Diego Fistarol, Ronaldir Knoblauch, Luís Sangoi, Fabiana Schmidt

EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR EN ESTADO DE MACOLLAJE Y POST-DIFERENCIACIÓN DE ARROZ

Rodolfo Bezus, María Pincirolí, Alfonso Vidal, Liliana Scelso, Gabriel Frank, Carlos Rivas

EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE ARROZ IRRIGADO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO POR LONGO PRAZO

Filipe Selau Carlos, Elio Marcolin, Rodrigo Schmitt Fernandes, Tiago Viegas Cereza, Flávio Anastácio de Oliveira Camargo

FONTE E DOSE DE NITROGÊNIO BASEADA NO USO DO CLOROFILÔMETRO EM ARROZ IRRIGADO

Alberto Baêta dos Santos, Mellissa Ananias Soler da Silva, Thaynara Garcia Santos, Elder de Lima Silva

FORMAS DE APLICAÇÃO E DOSES DE FÓSFORO E EFEITOS NA PRODUTIVIDADE E NO FLORESCIMENTO DE LINHAGENS PARENTAIS NA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE ARROZ HÍBRIDO

Vitor Henrique Vaz Mondo, Adriano Stephan Nascente, Péricles de Carvalho Ferreira Neves, James Emile Taillebois, Manoel Oliveira Alves Cardoso Neto

FORMAS E DOSES DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO E EFEITOS NO FLORESCIMENTO DE LINHAGENS PARENTAIS NA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE ARROZ HÍBRIDO

Vitor Henrique Vaz Mondo, Adriano Stephan Nascente, Péricles de Carvalho Ferreira Neves, James Emile Taillebois, Manoel Oliveira Alves Cardoso Neto

INCUBAÇÃO ANAERÓBICA PARA ESTIMATIVA DA DISPONIBILIDADE DE N EM SOLOS APTOS AO CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO NO RS

Leandro Souza da Silva, Gerson Laerson Drescher, Natalia Tobin Aita, Laila Garcia Marques, Alexssandro de Freitas de Moraes, Rafael Lago Busanello

ÍNDICE DE CLOROFILA E DE BALANÇO DE NITROGÊNIO EM ARROZ BRS BOJURU COM A APLICAÇÃO DE EXTRATO DE CENOURA E CLORETO DE SÓDIO

Lariza Benedetti, Cristina Copstein Cuchiara, Ítalo Lucas de Moraes, Gabriele Espinel Ávila, Cristiane Deuner, Diogo da Silva Moura, Marcelo Peres, Sidnei Deuner

INFLUÊNCIA DE MANEJOS DO SOLO EM ROTAÇÃO MILHO-SOJA EM ÁREA DE ARROZ IRRIGADO

Marília Ferreira da Silva, Enio Marchesan, Ricardo de David, Vinicius Severo Trivisoli, Guilherme Haetinger, Bruno Aramburu, Anelise Lencina da Silva

INFLUÊNCIA DO MANEJO DA ÁGUA NA DISPONIBILIDADE DE FÓSFORO PARA O ARROZ IRRIGADO

Gustavo Kruger Gonçalves, Carlos Alberto Torres Gonçalves, Daiana Ribeiro Nunes Gonçalves

INOCULAÇÃO DE SEMENTES COM *Azospirillum brasilense* E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS IRRIGADOS POR ASPERSÃO: SAFRA 2013/14

Mayara Rodrigues, Orivaldo Arf, Nayara Fernanda Siviero Garcia, Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues, Amanda Ribeiro Peres

INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA: PLANTIO DIRETO E PRODUÇÃO DE SEMENTES DE ARROZ

João C. P. Oliveira, Danilo M. Santanna, Gabriel S. Bortolin, José A. Marchese, Seuélen S. Sousa, Valeska M. Scurto

INTERAÇÃO ENTRE FÓSFORO E FERRO E SEUS EFEITOS NO CRESCIMENTO DA PARTE AÉREA E SISTEMA RADICULAR EM CULTIVARES DE ARROZ

Anderson Cesar Ramos Marques, Miriam S. Tavares, Fernando T. Nicoloso, Camila P. Tarouco, Letícia F. Ferigolo, Flávio R. Thewes

NITRATO E AMÔNIO NO SOLO: EFEITOS NA EFICIÊNCIA AGRONÔMICA E NA PRODUTIVIDADE DE ARROZ IRRIGADO TROPICAL

Mellissa Ananias Soler da Silva, Alberto Baêta dos Santos, Beata Emöke Madari, Gustavo de Melo Oliveira Gonçalves, Pedro Henrique Pereira Caetano, Yoná Serpa Mascarenhas

NITROGÊNIO MINERAL DO SOLO E PRODUTIVIDADE DO ARROZ DE TERRAS ALTAS AFETADO POR PLANTAS DE COBERTURA

Adriano Stephan Nascente, Mábio Chrisley Lacerda , Anna Cristina Lanna

NODULAÇÃO E RENDIMENTO DE SOJA SOB ESTRESSE HÍDRICO NO AGROECOSSISTEMA TERRAS BAIXAS

Maria Laura Turino Mattos, Ana Claudia Barneche de Oliveira, Walkyria Bueno Scivittaro, Liane Aldrighi Galarz, Edegar Thomas Maldaner

NÚMERO DE FOLHAS NO COLMO PRINCIPAL NA DATA DE DIFERENCIAÇÃO DA PANÍCULA DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO

Silvio Steinmetz, Alcides C.M. Severo, Anderson B. Schneider, Igor N. Schneid, Rafael C. Santos

PLANTAS DE COBERTURA AFETANDO A PRODUTIVIDADE DO ARROZ DE SEQUEIRO EM CABO DELGADO, MOÇAMBIQUE

José Damiro, Adriano Stephan Nascente

PLANTAS DE COBERTURA AFETANDO AMÔNIO E NITRATO NO SOLO E A PRODUTIVIDADE DO ARROZ DE TERRAS ALTAS

Adriano S. Nascente, Mábio Chrisley Lacerda, Anna Cristina Lanna

PRODUTIVIDADE DE ARROZ IRRIGADO CONDUZIDO SOB PLANTIO DIRETO E PREPARO CONVENCIONAL EM UM ENSAIO DE LONGO PRAZO EM GLEISSOLO HÁPLICO NO SUL DO BRASIL

Walker da Silva Schaidhauer, Felipe de C.Carmona, Diego Cecagno, Amanda P. Martins, Elio Marcolin, Ibanor Anghinoni

PRODUTIVIDADE DE ARROZ IRRIGADO E ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E GESSO

Vanderson Modolon Duarte, Adriana Modolon Duarte, Fernando José Garbuio, Eduardo Fávero Caires, Evandro Parisotto, Rodrigo Soares

PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADOS COM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DA ÁGUA EM VÁRZEA DE RORAIMA

Emilia Estefania Villalba Morinigo, Antonio Carlos Centeno Cordeiro, Edgley Soares da Silva, Pâmela Gomes Costa, Augusto César Falcão Sampaio

PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE ARROZ IRRIGADO EM FUNÇÃO DA DRENAGEM DA ÁGUA A PARTIR DO FLORESCIMENTO PLENO

Elio Marcolin, Cleiton José Ramão, Mara Grohs, Roberto Carlos Doring Wolter, Armando Fontoura Neto

PRODUTIVIDADE DO ARROZ DE TERRAS ALTAS AFETADA POR PLANTAS DE COBERTURA EM CABO DELGADO, MOÇAMBIQUE

José Dambiro, Adriano Stephan Nascente

PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA DE USO DE ÁGUA EM FUNÇÃO DE SISTEMAS ALTERNATIVOS DE MANEJO DA IRRIGAÇÃO EM ARROZ IRRIGADO

Elio Marcolin

PROPRIEDADES DO SOLO NO SULCO DE SEMEADURA EM PLANOSSOLOS SOB MOBILIZAÇÃO MECÂNICA PARA CULTURAS EM ROTAÇÃO COM ARROZ IRRIGADO

Robson Giacomeli, Enio Marchesan, Gabriel Donatto, Maurício Limberger de Oliveira, Bruno Behenck Aramburu, Guilherme Foletto Possobon, Lucas Lopes Coelho

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ARROZ IRRIGADO TRATADAS COM FUNGICIDAS E INSETICIDAS

Scheila Lucia Ecker , Scheila Lucia Ecker, Leandro Galon, André L. Radünz , Anderson M. de Lima, Sergio Guimarães, Juliana G. Belarmino, Renan R. Zandoná, Lauri L. Radunz

RENDIMENTO DE GRÃOS E RECUPERAÇÃO DO N PELO ARROZ IRRIGADO CULTIVADO EM SISTEMA PRÉ-GERMINADO APÓS A APLICAÇÃO DE CAMA DE AVIÁRIO OU UREIA

Ronaldir Knoblauch, Fabiana Schmidt, Frederico Moser dos Reis

REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y CALIDAD DE GRANO EN GENOTIPOS DE ARROZ LARGO FINO EN DISTINTAS ZONAS DE CULTIVO

A. Rojas, M. Pinciroli, R. Bezus, L. J. Scelzo, A. A. Vidal

RESPOSTA DAS CULTIVARES IRGA 424 RI E IRGA 424 A NÍVEIS DE ADUBAÇÃO

Rodrigo Schoenfeld, Mara Grohs, Filipe Selau, Elio Marcolin, Paulo Régis Ferreira da Silva

RESPOSTA DE CINCO CULTIVARES DE SOJA AO EXCESSO HÍDRICO EM UM GLEISSOLO

Murilo Hendz de Jesus, Cecília P. Giordano, Darci, F. U. Junior, Alencar J. Zanon, André L. Vian, Danielle Almeida, Marcos A. Turra, Jhonatan A. Silva, Christian Bredemeier

RESPOSTA DO ARROZ EM SUCESSÃO À SERRADELA NATIVA À ADUBAÇÃO NITROGENADA

Silmara da Luz Correia, Paulo Regis Ferreira da Silva, Madalena Boeni, Tiago Zchornack, Lucas Hegele, José Antonio Celestino Severo Alves

RESPOSTA DO ARROZ IRRIGADO AO DÉFICIT HÍDRICO EM DIFERENTES FASES FENOLÓGICAS

Jaqueline Trombetta da Silva, Rogério Oliveira de Sousa, José M. Barbat Parfitt, Walkyria Bueno Scivittaro, Giovani Greigh de Brito, Marília A. B. Pinto, Antoniony Severo Winckler, Thais Antolini Veçozzi, João Gomes, Victor C. Tarrilo, Cristiano Weinert, Luiz Carlos Timm

RESPOSTA DO MILHO À IRRIGAÇÃO EM ÁREAS DE ARROZ

Elisa de Almeida Gollo, Adroaldo Dias Robaina, Enio Marchesan, Gabriel Donato, Marília Ferreira da Silva, Anelise Lencina da Silva

RESPUESTA DE DIFERENTES GENOTIPOS DE ARROZ (*Oryza sativa*) DE TIPO LARGO FINO A LA FERTILIZACIÓN FOLIAR MEDIDA SOBRE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y PROTEÍNA EN GRANO

M. Pincioli, P. J. Lima, R. Bezus, L. J. Scelzo, A. A. Vidal

ROTAÇÃO DE CULTURAS, ADUBAÇÃO VERDE E NITROGENADA SOBRE OS COMPONENTES DE PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DO ARROZ DE TERRAS ALTAS EM SISTEMA PLANTIO DIRETO.

Orivaldo Arf, Salatier Buzetti, Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues, Marco Eustáquio de Sá, Marlene Cristina Alves, José Roberto Portugal, Cleiton José Alves, Lucas Martins Garé

SELEÇÃO DE LINHAGENS E CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO QUANTO A TOLERÂNCIA À TOXIDEX POR FERRO

Fabiana Schmidt, Ronaldir Knoblauch, Moacir Schiocchet, Rubens Marschalek

SILICATO DE CÁLCIO E DE MAGNÉSIO EM ARROZ IRRIGADO EM SISTEMA DE CULTIVO MÍNIMO

Vanderson Modolon Duarte, Tiago Selau Bauer, Adriana Modolon Duarte, Fernando José Garbuio, Marcelo Turati Tramontim

SISTEMAS DE IMPLANTAÇÃO E IRRIGAÇÃO AFETAM O RENDIMENTO DE SOJA EM ROTAÇÃO COM O ARROZ IRRIGADO

Gerson Meneghetti Sarzi Sartori, Enio Marchesan, Ricardo De David, Reimar Carlesso, Mirta Teresinha Petry, João Alberto Pedroso Farenzena

SISTEMAS DE IMPLANTAÇÃO E IRRIGAÇÃO PARA O CULTIVO DA SOJA EM ÁREAS DE ARROZ

Guilherme Vestena Cassol, Enio Marchesan, Adroaldo Dias Robaina, Vinicius Trivisio, João Pedro Tessele, Bruno Berenck Aramburu, José Fillipin

SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA EM TERRAS BAIXAS: RESULTADOS PRELIMINARES DAS LAVOURAS DE ARROZ SOB PREPARO CONVENCIONAL E PLANTIO DIRETO

Felipe de Campos Carmona, José B. M. Borin, Thiago Barros, Danilo M. Sant'Anna, Jamir L. S. da Silva, Filipe S. Carlos, Ibanor Anghinoni, Paulo Cesar de Faccio Carvalho

USO DE *Azospirillum brasilense* E UREIA NO CULTIVO DO ARROZ IRRIGADO

Jean Carlos F. Fresinghelli, Luciana Zago Ethur, Adriana Pires Soares Bresolin, Carine Rey Rodrigues, Igor Kieling Severo, Luana da Silva Cadore, Matheus Dorneles Cabral, Thomaz Telechea Pillar

USO DE GPS E MODELOS COM DECLIVIDADE VARIADA NA SISTEMATIZAÇÃO EM TERRAS BAIXAS

Antoniony Severo Winkler, Christopher Garrett Henry, José Maria Barbat Parfitt, Luis Carlos Tímm, Walkyria Bueno Scivittaro, Claudia Fernanda Almeida Teixeira-Gandra, Jaqueline Trombetta da Silva, Mikael Bueno Longaray

USO E MANEJO DO NITROGÊNIO NA CULTURA DO ARROZ

Juscelio Ramos de Souza, Bruno Neves Ribeiro, Riscelly Santana Magalhães, Luciano Gissi, Thiago Picinatti Raposo, Gustavo Spadotti Amaral Castro

UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DO FERTILIZANTE BIOZYME® EM TRATAMENTO DE SEMENTE EM ARROZ IRRIGADO, CULTIVAR PRIME CL

Matheus Bohrer Scherer, Danie Martini Sanchotene, Sandriane Neves Rodrigues, Bruno Wolffenbüttel Carloto, Leandro Lima Spatt

UTILIZAÇÃO DO NITROGÊNIO EM CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO NO ESTADO DO TOCANTINS

Nayara Monteiro Rodrigues, Expedito Alves Cardoso, Daniel de Brito Fragoso, Lucas Koshy Naoe

VALIDAÇÃO DO MÉTODO DE GRAUS-DIA PARA ESTIMAR A DATA DE OCORRÊNCIA DOS PRINCIPAIS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO

Silvio Steinmetz, Thais F. S. de Freitas, Augusto Kalsing, Sintia da C. Trojan, Geison F. Leonetti

SEÇÃO 3 - MANEJO DE DOENÇAS

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE FUNGICIDAS PARA O CONTROLE DE MANCHA-PARDA NA CULTURA DO ARROZ-IRRIGADO

Sandriane Neves Rodrigues, Danie Martini Sanchotene, Paulo Pasinato, Tassiane Bolzan Moraes, Alessandra Breitenbach, Matheus Bohrer Scherer.

AVALIAÇÃO DA REAÇÃO À BRUSONE NAS FOLHAS E PANÍCULAS EM GENÓTIPOS INTEGRANTES DO PROGRAMA DE MELHORAMENTO DO IRGA NA SAFRA 2014/2015

Cláudio Ogoshi, Guilherme Roberto Gross, Paulo Rodrigo da Silva Freitas

AVALIAÇÃO DOS FUNGICIDAS NO CONTROLE DA BRUSONE EM ARROZ EM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO

Cley Donizeti Martins Nunes, José Maria Barbat Parfitt, Ariano Martins de Magalhães Júnior, Paulo Ricardo Reis Fagundes, Ygor Suzbach Alves

COMPORTAMENTO DAS LINHAGENS DE ARROZ NO VIVEIRO NACIONAL DE BRUSONE (VNB) NA EPAGRI-ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE ITAJAÍ (SAFRA 2014/2015)

Alexandre Visconti

EFEITO DO SISTEMA DE CULTIVO SOBRE A INCIDÊNCIA DO ENROLAMENTO DO ARROZ, CAUSADO PELO VÍRUS RSNV

Klaus Konrad Scheuermann, Domingos Sávio Eberhardt, Bernardo Scarabelot Pazini, Cristiano Nunes Nesi

EFEITOS DO NEMATÓIDE, *Aphelenchoides besseyi*, EM CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO NAS SAFRA 2012/13 E 2013/14

Cley Donizeti Martins Nunes, Ariano Martins de Magalhães Júnior, Paulo Ricardo Reis Fagundes, Ygor Suzbach Alves

ESTRATÉGIA PARA MONITORAMENTO DE AFLATOXINAS EM ARROZ E SUAS FRAÇÕES DE BENEFICIAMENTO

Luciana Prietto, Paola Moraes, Rosana Basso Kraus, Claudia Fetter, Eliana Badiale-Furlong

ÍNDICES METEOROLÓGICOS Y SU INCIDENCIA EN EL MANCHADO DE GRANO DE ARROZ DE DISTINTOS GENOTIPOS

Maria Pincirolí, M.N. Sisterna, R. Bezus, I. Marchio, Selso, A. A. Vidal

MANEJO NO CONTROLE DE BRUSONE NA CULTURA DO ARROZ-IRRIGADO.

Tassiane Bolzan Morais, Danie Martini Sanchotene, Paulo Passinato, Sandriane Neves Rodrigues, Leandro Lima Spatt, Alessandra Breitenbach

PROCESSO DE COCÇÃO DO ARROZ E SEU EFEITO SOBRE OS NÍVEIS DE AFLATOXINAS

Luciana Prietto, Paola Moraes, Rosana Basso Kraus, Claudia Fetter, Eliana Badiale-Furlong

QUALIDADE FISIOLÓGICA E RETENÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS EM SEMENTES DE ARROZ ASSOCIADAS A POLÍMEROS

Lovane Klein Fagundes, Ubirajara Russi Nunes, Tiele Stuker Fernandes, Eduardo José Ludwig, Vitor Henrique Linn, Ana Paula Mezzalana, Joneir Silveira Dalcin

SEVERIDADE DA BRUSONE EM ARROZ IRRIGADO SOB CURVAS DE RESPOSTA A NITROGÊNIO EM DUAS ÉPOCAS DE SEMEADURA.

Cláudio Ogoshi, Filipe Selau Carlos, Rodrigo Schoenfeld, Willian Odorizzi, Daniel Arthur Gaklik Waldow

SEÇÃO 4 - MANEJO DE INSETOS E OUTROS FITÓFAGOS

ASSOCIAÇÃO ENTRE DOSES DE NITROGÊNIO APLICADAS EM ARROZ E INCIDÊNCIA DE *Tibraca limbativentris* STAL (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

José Francisco da Silva Martins, Juliano de Bastos Pazini, Walkyria Bueno Scivittaro, Alexandre Dias Dutra, Fernando Felisberto da Silva, Enio Júnior Seidel

ATRATIVIDADE DE LEDs DE DIFERENTES COMPRIMENTOS DE ONDA AOS ADULTOS DE *Oryzophagus oryzae* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

Eduardo Rodrigues Hickel, Gustavo Carlos Knabben, Robert Hari Hinz, José Maria Milanez, Yales Rômulo de Novaes, Sérgio Vidal Garcia de Oliveira, André Bittencourt de Leal

AValiação DA SUSCETIBILIDADE DE POPULAÇÕES DE *Tibraca limbativentris* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) AO INSETICIDA TIAMETOXAN

Diogo Nery Maciel, Daniel de Brito Fragoso, Mabio Chrisley Lacerda, José Alexandre de Freitas Barrigossi

AValiação DE INSETICIDAS NO CONTROLE DO PERCEVEJO-DO-COLMO *Tibraca limbativentris* (HEM: PENTATOMIDAE) EM ARROZ IRRIGADO

Jaime Vargas de Oliveira, Luiz Antonio Reis Gomes, Tiago Viegas Cereza, Alessandro de Oliveira

CONCENTRAÇÃO LETAL DO INSETICIDA MICROBIANO AGREE® PARA *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

Diouneia Lisiane Berlitz, Mateus Raguse Quadros, Lidia Mariana Fiuza

CONDIÇÃO REPRODUTIVA DE FÊMEAS HIBERNANTES E PÓS-HIBERNANTES DE *Tibraca limbativentris* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

Eloá Mattos dos Santos, Nelson Cristiano Epping, João Paulo Souto Fernandes, Letícia Oliveira de Paula, Cícera José Alencar, Fernando Felisberto da Silva, José Francisco da Silva Martins, José Alexandre Barrigossi

CONTROLE QUÍMICO DA BICHEIRA-DA-RAIZ (*Oryzophagus oryzae*) NO TRATAMENTO DE SEMENTES EM ARROZ IRRIGADO

Danielle Almeida, Jaime Vargas de Oliveira, Tiago Viegas Cereza, Elvis Tolfo Veber

DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA BASE DE DESENVOLVIMENTO E MORTALIDADE DE *Thyanta perditor* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) ALIMENTADO COM PANÍCULA DE ARROZ

José Alexandre Freitas Barrigossi, Juliana Duarte de Souza Alonso

DIMENSIONAMENTO AMOSTRAL DO PERCEVEJO-DO-COLMO *Tibraca limbativentris* STAL, 1860 (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM ARROZ IRRIGADO POR INUNDAÇÃO NO PLANALTO DA CAMPANHA DO RIO GRANDE DO SUL

Juliano de Bastos Pazini, Enio Júnior Seidel, Fernando Felisberto da Silva, José Francisco da Silva Martins, José Alexandre Barrigossi

EFEITOS DE FUNGICIDAS REGISTRADOS PARA O CONTROLE DA BRUSONE EM ARROZ SOBRE O PARASITOIDE DE OVOS *Telenomus podisi* (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE)

Anderson Dionei Grützmacher, Juliano de Bastos Pazini, José Francisco da Silva Martins, Rafael Antonio Pasini, Matheus Rakes, Franciele Silva de Armas

EFETIVIDADE DE INSETICIDAS NO CONTROLE DE *Oebalus* spp. (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) NA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO

João Paulo Souto Fernandes, Nelson Cristiano Epping, Eloá Matos dos Santos, Leticia Oliveira de Paula, Cicera José Alencar, Fernando Felisberto da Silva, José Francisco da Silva Martins

EFICIÊNCIA DE INSETICIDAS NO CONTROLE DO PERCEVEJO-DO-GRÃO *Oebalus* spp. (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM ARROZ IRRIGADO

Eduardo Rodrigues Hickel, Ester Wickert

ÍNDICE DE INFESTAÇÃO DA BROCA-DO-COLMO EM CULTIVARES DE ARROZ

Robson Antonio Botta, José Francisco da Silva Martins

INSETICIDAS PARA O CONTROLE DO PERCEVEJO-DAS-PANÍCULAS *Oebalus poecilus* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM ARROZ IRRIGADO NO ESTADO DO TOCANTINS

Daniel de Brito Fragoso, Diogo Nery Maciel, Mabio Chrisley Lacerda, José Alexandre de Freitas Barrigossi

INTERFERÊNCIA DA DENSIDADE POPULACIONAL DE *Oebalus* spp. (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) NA QUALIDADE DE GRÃOS DE ARROZ HÍBRIDO

João Paulo Souto Fernandes, Nelson Cristiano Epping, Eloá Matos dos Santos, Letícia Oliveira de Paula, Cícera José Alencar, Fernando Felisberto da Silva, Leomar Hackbart da Silva

SELETIVIDADE DE AGROTÓXICOS REGISTRADOS PARA A CULTURA DO ARROZ SOBRE *Telenomus podisi* (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) EM PULVERIZAÇÃO PRÉ-PARASITISMO

Matheus Rakes, Anderson Dionei Grützmacher, José Francisco da Silva Martins, Juliano de Bastos Pazini, Ciro Pedro Guidotti Pinto, Franciele Silva De Armas, Ronaldo Zantedeschi, Rafael Antonio Pasini

SELETIVIDADE DE INSETICIDAS REGISTRADOS PARA A CULTURA DO ARROZ SOBRE OS PARASITOIDES DE OVOS *Telenomus podisi* (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) E *Trichogramma pretiosum* (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)

Anderson Dionei Grützmacher, Juliano de Bastos Pazini, José Francisco da Silva Martins, Rafael Antonio Pasini, Matheus Rakes, Stefânia Nunes Pires

TOXICIDADE DE TRATAMENTOS FITOSSANITÁRIOS EMPREGADOS NA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO SOBRE *Telenomus podisi* (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE)

Juliano de Bastos Pazini, Juliano de Bastos Pazini, Anderson Dionei Grützmacher, José Francisco da Silva Martins, Rafael Antonio Pasini, Stefânia Nunes Pires, Matheus Rakes, Ciro Pedro Guidotti Pinto

USO DE ÓLEOS E HIDROLATOS DE PLANTAS BIOATIVAS PARA PROSPECÇÃO DO CONTROLE DE *Tibraca limbativentris* (Stål)

Rafael Ducioni Panato, Eduardo Rodrigues Hickel, Patrícia Menegaz de Farias

SEÇÃO 5 - MANEJO DE PLANTAS DANINHAS

ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS DE *Eragrostis pilosa* (L.) P. Beauv. SUBMETIDA A DIFERENTES CONDIÇÕES DE UMIDADE DO SOLO

Bruno Wolffenbüttel Carloto, Sylvio Henrique B. Dornelles, Nilton T. Pedrollo, Jaíne Rubert, Paola Buffon

ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS E FENOLÓGICAS DE *Eragrostis plana* Nees SUBMETIDA A DIFERENTES CONDIÇÕES DE UMIDADE DO SOLO

Bruno Wolffenbüttel Carloto, Sylvio Henrique B. Dornelles, Nilton T. Pedrollo, Jaíne Rubert, Paola Buffon

ANTAGONISMO É O EFEITO PREDOMINANTE EM MISTURAS DE HERBICIDAS APLICADOS EM PÓS-EMERGÊNCIA PARA O CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM ARROZ

Felipe de O. Matzenbacher, Augusto Kalsing, Giliardi Dalazen, Catarine Markus, Aldo Merotto Jr

APLICAÇÃO DE SAFLUFENACIL EM MISTURA COM IMAZAPYR+IMAZAPIC PARA INCREMENTO NO CONTROLE DE CAPIM-ARROZ

Ânderson da Rosa Feijó, Luis Antonio de Ávila, Edinaldo Rabaioli Camargo, Cédric Benetti, Rodrigo Ribeiro Pestana, Klaus Matheus Egewarth, Rafael Becker

ATIVÇÃO DO SISTEMA ANTIOXIDANTE ENZIMÁTICO EM PLANTAS DE ARROZ SUBMETIDAS À APLICAÇÃO DE HERBICIDAS

Thaís D'Ávila Rosa, Diogo Balbé Helgueira, Daniele Brandstetter Rodrigues, Andréia da Silva Almeida, Cédric Benetti, Luis Antonio de Ávila

AVLIAÇÃO DA COMPATIBILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE AGROTÓXICOS REGISTRADOS PARA A CULTURA DO ARROZ EM MISTURA NA CALDA DE PULVERIZAÇÃO

Matheus Rakes, Anderson Dionei Grützmacher, Stefânia Nunes Pires, Maria Luiza Soares da Silva Cunha, Harrison Batista de Oliveira, Juliano de Bastos Pazini, Rafael Antonio Pasini

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO INICIAL DECORRENTES DA APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES NA SELETIVIDADE DE HERBICIDAS EM ARROZ IRRIGADO

Diogo Balbé Helgueira, Thaís D'Avila Rosa , Daniele Brandstetter Rodrigues, Diego Cardoso Medeiros, Luis Antonio de Avila, Francisco Amaral Villela.

CLEARFIELD® RICE GENOTYPES TOLERANCE TO AERIAL APPLICATION OF IMIDAZOLINONES AS AFFECTED BY PLANT DENSITY

Rafael Becker, Edinalvo Rabaioli Camargo, Alfran Tellechea Martini, Luis Antonio de Avila, Luiz Fernando Martini, Cédrick Benetti, Marcelo Zimmer

CLINCHER® NO CONTROLE DE CAPIM-ARROZ COM RESISTÊNCIA MÚLTIPLA A HERBICIDAS NA ZONA SUL DO RS

Carlos Henrique Paim Mariot, Angela Da Cas Bundt, Rogério Silva Rubin

CLINCHER® NO CONTROLE DE CAPIM-ARROZ RESISTENTE A IMIDAZOLINONAS NO LITORAL NORTE DO RS

Carlos Henrique Paim Mariot, Angela Da Cas Bundt, Rogerio Silva Rubin

CONTEÚDO RELATIVO DE ÁGUA E POTENCIAL OSMÓTICO DE PLANTAS DE ARROZ IRGA 424 FRENTE APLICAÇÃO DE HERBICIDAS EM CONDIÇÕES DE SALINIDADE

Gabriele Espinel Ávila, Ítalo Lucas de Moraes, Cristina Copstein Cuchiara, Lariza Benedetti, Diogo da Silva Moura, Marcelo Alves Peres , Sidnei Deuner

CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS E TOXICIDADE DE HERBICIDAS UTILIZADOS EM PÓS EMERGÊNCIA NA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO

Francisco de Assis Pujol Goulart, Ricardo de Mello Scalcon, Diego Martins Chiapinotto, André Andres, Carlos Eduardo Schaedler

CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO EM DIFERENTES SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

Diogo Balbé Helgueira, Thaís D'Avila Rosa, Diogo da Silva Moura, Alfran Tellechea Martini, Jesus Juarez Oliveira Pinto

CONTROLE QUÍMICO TARDIO DE *Conyza* sp. EM ÁREAS DE VÁRZEA DO RIO GRANDE DO SUL

Gabriel Klafke Gossler, Humberto de Souza Farias, Bruno Moncks da Silva, Renan Ricardo Zandoná, André Andres, Dirceu Agostinetto

DETERMINAÇÃO DE MÉTODO DIAGNÓSTICO PARA TOLERÂNCIA DE ARROZ VERMELHO À SUBMERSÃO

Tiago Edu Kaspary, Rafael Schwalm Rafaeli, Christian Menegaz, Samuel Trapp, Aldo Merotto Júnior.

DIÂMETRO DE AERÊNQUIMA E DO CILINDRO CENTRAL EM RAÍZES DE *Urochloa plantaginea* E *Urochloa platyphylla* DESENVOLVIDAS EM DIFERENTES QUANTIDADES DE ÁGUA NO SOLO

Leandro Lima Spatt, Sylvio Henrique Bidel Dornelles, Matheus Bohrer Scherer, Jaíne Rubert, Emanuele Camerini, Lucas Chagastelles Pinto de Macedo

EFEITO DE INIBIDORES DE ENZIMAS P450 SOBRE PLANTAS DE CAPIM-ARROZ TRATADAS COM IMAZETHAPYR

Giliardi Dalazen, Giliardi DalazeDébora Marques Laux, Paula Gusberti, Mariah Dupont Mattei, Aldo Merotto Júnior

EFICÁCIA DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES NO CONTROLE DE CAPIM-ARROZ EM SISTEMA DE CULTÍVO MÍNIMO

Domingos S. Eberhardt, Antonio M. de Oliveira Neto, José A. Noldin

EFICÁCIA DO CONTROLE DE CYHALOFOP-BUTYL EM POPULAÇÕES DE CAPIM-ARROZ DA REGIÃO SUL DO BRASIL E EFEITO DA FENOLOGIA DA INFESTANTE NO SEU DESEMPENHO

Rogério S. Rubin, Augusto Kalsing, Carlos H. P. Mariot e Angela D. C. Bundt

EFICIÊNCIA DA MISTURA FORMULADA POR CYHALOFOP + PENOXSULAM NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO

Angela Da Cas Bundt, Carlos Henrique Paim Mariot, Rogerio da Silva Rubin

EFICIÊNCIA DE SAFLUFENACIL E CARFENTRAZONE-ETHYL PARA O CONTROLE DE *Cyperus iria* E *Aeschynomene denticulata*

Jessica Dias Gomes da Silva, Claudia Oliveira, André Andres, Dirceu Agostinetto

ÉPOCA DE DESSECAÇÃO DE MANEJO COM GLYPHOSATE E 2,4-D EM ARROZ IRRIGADO EM SISTEMA DE CULTÍVO MÍNIMO

Domingos S. Eberhardt, Antonio M. de Oliveira Neto, José Alberto Noldin

ESTRESSE OXIDATIVO EM PLANTAS DE ARROZ, ARROZ-VERMELHO E CAPIM-ARROZ SUBMETIDAS A DÉFICIT HÍDRICO

Claudia de Oliveira, Renan Ricardo Zandoná, Bruno Monks da Silva, Jessica Rodrigues Garcia, Dirceu Agostinetto

EVALUATION OF HERBICIDES FOR NEALLEY'S SPRANGLETOP (*Leptochloa nealley*) CONTROL

Eric A. Bergeron, Eric A. Bergeron, Eric P. Webster, Benjamin M. McKnight, Samer Y. Rustom Júnior.

FITOTOXICIDADE DE SULFENTRAZONE NA CULTURA DA SOJA EM SOLOS DE TERRAS BAIXAS

Vinícios Rafael Gehrke, Edinalvo Rabaioli Camargo, Klaus matheus Egewarth, Egeu Guerreiro Dutra, Jallison Nunes, Joelmir Ibero de Oliveira

FITOTOXICIDADE E PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO EM PLANTAS DE ARROZ SUBMETIDAS À HERBICIDAS EM CONDIÇÕES DE SALINIDADE NA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

Ítalo Lucas de Moraes, Cristina Copstein Cuchiara, Gabriele Espinel Ávila, Diogo da Silva Moura, Lariza Benedetti, Marcelo Peres, Sidnei Deuner

GENES RELACIONADOS À DETOXIFICAÇÃO DE IMAZETHAPYR EM CAPIM-ARROZ (*Echinochloa crus-galli*)

Giliardi Dalazen, Catarine Markus, Christian Menegaz, Rafael Schwalm Rafaeli, Aldo Merotto Júnior

HABILIDADE COMPETITIVA ENTRE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO E *Brachiaria plantaginea*. UTILIZAÇÃO DE VARIÁVEIS RELATIVAS

Scheila Lucia Ecker, Leandro Galon, Sergio Guimarães, Marlon Ouriques Bastiani, André Luiz Radünz, Andres Andres, Gismael Francisco Perin, Cesar Tiago Forte

HERBICIDAS ALTERNATIVOS PARA CONTROLE DE CAPIM-ARROZ RESISTENTE AO HERBICIDA IMAZAPIR+IMAZAPIC

Joice Fernanda Lübke Bonow, André Andres, Fabiane Pinto Lamego, Luis Antonio de Ávila, Rodrigo Pestana, Klaus Egewarth, Eduardo Ancinello Nogueira

IDENTIFICAÇÃO DA TAXA DE FECUNDAÇÃO CRUZADA E PROLIFICIDADE DE *Echinochloa crus-galli*

Alexandre Pisoni, Rafael S. Rafaeli, Emanuel de Costa, Christian Menegaz, Giliardi Dalazen, Tiago E. Kaspary, Debora Laux, Aldo Merotto Junior

IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES DO GÊNERO *Echinochloa* ATRAVÉS DE DESCRITORES MORFOLÓGICOS E MOLECULARES

Everton D. Bortoly, Rogério Rubin, Carlos H. P. Mariot, Augusto Kalsing, Valmir G. Menezes, Catarine Markus, Aldo Merotto Jr.

IDENTIFICAÇÃO DE GENES CANDIDATOS A REFERÊNCIA PARA NORMALIZAÇÃO EM RT-qPCR EM PLANTAS DE ARROZ E ARROZ-VERMELHO EM COMPETIÇÃO

Claudia de Oliveira, Daiane de Pinho Benemann, Marcos André Nohatto, Jessica Gomes da Silva, Dirceu Agostinetto

INFLUÊNCIA DA IDADE PÓS-COLHEITA SOBRE A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE CAPIM-ARROZ E AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA NESTA ESPÉCIE

Emanuel de Costa, Rafael S. Rafaeli, Alexandre Pisoni, Mariah D. Mattei, Christian Menegaz, Debora Laux, Samuel Trapp, Paula Gusberti

LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DE PLANTAS DANINHAS EM ARROZ DE TERRAS BAIXAS IRRIGADO POR ASPERSÃO

Francisco de Assis Pujol Goulart, Ricardo de Mello Scalcon, João Vitor Ail dos Santos, Alex Cristiano Bartz, Cleber Maus Alberto, Carlos Eduardo Schaedler

LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DE PLANTAS DANINHAS NO INÍCIO E NO FINAL DO CICLO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO

Francine Santiago Nunes, Carlos Eduardo Schaedler

LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO EM ÁREA DE ARROZ IRRIGADO, EM MONOCULTIVO E EM ROTAÇÃO COM SOJA

André da Rosa Ulguim, Filipe Selau Carlos, Vitor Machado Garcia, Marcelo Ferreira Ely, Romeu Sérgio Tietz

LONGEVIDAD DE SEMILLA DE BIOTIPOS DE *Echinochloa crus-galli* RESISTENTE Y SUSCEPTIBLE AL QUINCLORAC

Ana Laura Pereira, Nestor Saldain, Claudia Marchesi, Mabel Oxley, Ariel Pimienta

MANEJO DE JUNQUINHO COM APLICAÇÃO ISOLADA E SEQUENCIAL DE DIFERENTES HERBICIDAS EM ARROZ IRRIGADO

Leandro Lima Spatt, Danie Martini Sanchotene, Jorge Rodrigues, Lucas Chagastelles Pinto de Macedo, Matheus Bohrer Scherer, Sylvio Henrique Bidel Dornelles

PEROXIDAÇÃO LIPÍDICA EM PLANTAS DE ARROZ SUBMETIDAS À APLICAÇÃO DE HERBICIDAS SOB CONDIÇÕES DE SALINIDADE NA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

Ítalo Lucas de Moraes, Cristina Copstein Cuchiara, Gabriele Espinel Ávila, Diogo da Silva Moura, Lariza Benedetti, Marcelo Peres, Sidnei Deuner

SELEÇÃO DE ECÓTIPOS DE ARROZ VERMELHO TOLERANTES À SUBMERSÃO

Tiago Edu Kaspary, Rafael Schwalm Rafaeli, Christian Menegaz, Mariah Dupont Mattei, Aldo Merotto Jr

SELETIVIDADE DO HERBICIDA SAFLUFENACIL NA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO

Joice Fernanda Lübke Bonow, Gustavo Mack Teló, Ivana Santos Moizinho, Guilherme Alves Bello, Matheus Bastos Martins, Diego de Medeiros, André Andres

THE POTENTIAL FOR BENZOBICYCLON FOR CONTROL OF COMMON RICE WEEDS

Benjamin M. McKnight, Benjamin M. McKnight, Eric P. Webster, Eric A. Bergeron, Samer Y. Rustom Jr.

TOLERÂNCIA A HERBICIDAS DA CULTIVAR IRGA 424 EM DUAS ÉPOCAS DE SEMEADURA

Leonard Piveta, José Alberto Noldin, Rafael Becker, Egeu Dutra, Eduardo Nogueira, Joelmir Oliveira, Jallison Nunes

USE OF CROP ROTATION FOR WEEDY RICE MANAGEMENT

Samer Y. Rustom, Samer Y. Rustom, Jr. , Eric P. Webster, Benjamin M. McKnight, Eric A. Bergeron

SEÇÃO 6 - QUALIDADE AMBIENTAL DO AGROECOSSISTEMA ORIZÍCOLA

AValiação DA PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO INOCULADO COM BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO

Rafael Nunes dos Santos, Franciane Lemes dos Santos, Enilson Luiz Saccol de Sá, Francisco Alexandre de Moraes, Filipe Selau Carlos, Tiago Viegas Cereza

DISSIPAÇÃO DO INSETICIDA TIAMETOXAM EM ÁGUA, SEDIMENTO E SOLO DE LAVOURA DE ARROZ IRRIGADO

Maria Laura Turino Mattos, José Francisco da Silva Martins, Ane Gerber Crochemore, Liane Aldrigh Galarz Tauani Pegoraro Schultz

DIVERSIDADE DE FILOTIPOS BACTERIANOS EM LAVOURAS DE ARROZ IRRIGADO DE VIAMÃO, RS

Catiusca Reali, Jean-Christophe Meile, Sabine Schorr-Galindo, Gaziela Gonçalves Scherr, Lidia Mariana Fiuza

EFEITO DA CULTURA ANTECEDENTE E DO MANEJO DO SOLO NAS EMISSIONES DE METANO E ÓXIDO NITROSO DE PLANOSSOLO NO OUTONO/INVERNO

Camila Lemos Lacerda, Anderson Dias Silveira, Marla de Oliveira Farias, Patrícia Maciejewski, Walkyria Bueno Scivittaro, Rogério de Oliveira Sousa, Julio José Centeno da Silva

EFEITO DE FONTES NITROGENADAS DE LIBERAÇÃO CONTROLADA SOBRE AS EMISSIONES DE N₂O EM ARROZ IRRIGADO

Thaís Antolini Veçozzi, Rogério Oliveira de Sousa, Walkyria Bueno Scivittaro, Jaqueline Trombetta da Silva, Cristiano Weinert, Víctor Cieza Carrillo, Rafael Nunes Aguiar, Rodrigo Leiton

EMISSION DE METANO E ÓXIDO NITROSO DE PLANOSSOLO CULTIVADO COM SOJA EM FUNÇÃO DO MANEJO DO SOLO

Marla de Oliveira Farias, Anderson Dias Silveira, Gerson Lubke Büss, Camila Lemos Lacerda, Gessiele Corrêa da Silva, Walkyria Bueno Scivittaro, Rogério Oliveira de Sousa

EMISSÕES ANUAIS DE ÓXIDO NITROSO EM PLANOSSOLO SOB INFLUÊNCIA DO MANEJO DO SOLO E DO CULTIVO DE VERÃO

Walkyria Bueno Scivittaro, Gessiele da Silva Corrêa, Anderson Dias Silveira, Marla de Oliveira Farias, Camila Lemos Lacerda, Patrícia Maciejewski, Gerson Lubke Büss, Rogério Oliveira de Sousa, Julio José Centeno da Silva

EMISSÕES DE METANO E ÓXIDO NITROSO DE PLANOSSOLO CULTIVADO COM ARROZ IRRIGADO E SOJA

Anderson Dias Silveira, Marla de Oliveira Farias, Gessiele Corrêa da Silva, Giovana Tavares Silva, Walkyria Bueno Scivittaro, Rogério Oliveira de Sousa

EMISSÕES DE METANO EM PLANOSSOLO NOS PERÍODOS DE SAFRA E ENTRESSAFRA: EFEITO DO MANEJO DO SOLO E DO CULTIVO DE VERÃO

Walkyria Bueno Scivittaro, Anderson Dias Silveira, Gessiele da Silva Corrêa, Marla de Oliveira Farias, Camila Lemos Lacerda, Patrícia Maciejewski, Gerson Lubke Büss, Rogério Oliveira de Sousa, Julio José Centeno da Silva

INFLUÊNCIA DO INSETICIDA FIPRONIL NA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO DE LAVOURA DE ARROZ

Tauani Pegoraro Schultz, Liane Aldrighi Galarz, Ane Gerber Crochemore, Maria Laura Turino Mattos

INFLUÊNCIA DOS AGROTÓXICOS NA DISTRIBUIÇÃO DE GRUPOS FUNCIONAIS BACTERIANOS

Catiusca Reali, Graziela Gonçalves Scherr, Lidia Mariana Fiuza

INOCULAÇÃO DE SEMENTES COM *Azospirillum brasilense* E USO DO REGULADOR DE CRESCIMENTO ETIL-TRINEXAPAC EM ARROZ DE TERRAS ALTAS IRRIGADO POR ASPERSÃO.

Arthur Dias Galassi, Orivaldo Arf, Cleiton José Alves, Nayara Fernanda Siviero Garcia, Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues, Lais Meneghini Nogueira, Luis Massao Sasaki

LIXIVIAÇÃO DE IMIDAZOLINONAS EM FUNÇÃO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA DO ARROZ

Diogo Balbé Helgueira, Thaís D'Avila Rosa, Sonia Mendonça Poletto, Marlon Ouriques Bastiani, Jesus Juares Oliveira Pinto

MINERAL AND BIOCHEMICAL RESPONSE TO ARSENIC-INDUCED STRESS IN INDICA RICE CULTIVARS

Anderson Cesar Ramos Marques, Júlia Gomes Farias, Raíssa Schwalbert, Bianca K. del Frari, Katieli Bernardy, Fernando Teixeira Nicoloso

PARÂMETROS BIOLÓGICOS DE UM NEOSSOLO REGOLÍTICO SUBMETIDO À INCORPORAÇÃO DE DIFERENTES DOSAGENS DE CINZA DE CASCA DE ARROZ

Maria de Fátima Marchezan Menezes da Silva, Danilo Dufech Castilhos, Thais Antolini Veçosi, Luis Carlos Timm, Roberlaine Ribeiro Jorge, Ledemar Carlos Vahl

RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS CATARINENSES ADJACENTES A ÁREAS DE PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO

José Alberto Noldin, Francisco C. Deschamps, Domingos S. Eberhardt, Maicon dos Reis Soares, Rubens Marschalek, Ronaldir Knoblauch, Douglas G. de Oliveira, Donato Lucietti, Andrey M. Rebelo

USO DE AGENTES DE BIOCONTROLE DE FITOPATÓGENOS E PROMOTORES DE CRESCIMENTO DE PLANTAS EM ARROZ DE TERRAS ALTAS

Nayara Monteiro Rodrigues, Daniel de Brito Fragoso, Edmilson Rodrigues de Sousa, Alexsandro Farias, Expedito Alves Cardoso

SEÇÃO 7 - SÓCIO-ECONOMIA

ANÁLISE ECONÔMICA DE ARROZ DE TERRAS ALTAS IRRIGADO POR ASPERSÃO COM ADUBAÇÃO NITROGENADA E INOCULAÇÃO DE SEMENTES COM *Azospirillum brasilense*: SAFRA 2013/14

MAYARA RODRIGUES, Maria Aparecida Anselmo Tarsitano, Orivaldo Arf, Nayara Fernanda Siviero Garcia, Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues, Flávia Constantino Meirelles, Vagner do Nascimento

CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DO ARROZ CACHINHO NA REGIÃO DE SENTINELA DO SUL, RS.

José Alberto Petrini, Paulo R. R. Fagundes, Ariano Martins de Magalhães Jr. , Isabel H. V. Azambuja, Daniel F. Franco, Cley D. Nunes, Taciana M. Graminho, Nelson J. Resch

DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA E INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasilense* EM ARROZ IRRIGADO POR ASPERSÃO: ANÁLISE ECONÔMICA

Flávia Constantino Meirelles, Maria Aparecida Anselmo Tarsitano, Orivaldo Arf, Alex Rangel Gonzaga, Douglas de Castilho Gitti, Michelle Traete Sabundjian

MARGENS DE COMERCIALIZAÇÃO NO MERCADO DE ARROZ EM SÃO PAULO, 05/2010 A 05/2015

Alcido Elenor Wander, Cleyzer Adrian da Cunha

MARKET SHARE DAS MARCAS COMERCIAIS NO ESTADO DO MATO GROSSO: UMA ANÁLISE INDICATIVA DE MUDANÇAS NA CADEIA PRODUTIVA DO ARROZ

Carlos Martins Santiago, Michela Okada Chaves, Eliane Maria Forte Daltro, Maria Luiza Perez Villar, Carlos Magri Ferreira

PRODUTIVIDADE DO ARROZ E ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO APÓS CULTIVOS SUCESSIVOS DE PLANTAS DE COBERTURA E DESCOMPACTAÇÃO MECÂNICA NO CERRADO

Vagner do Nascimento, Vagner do Nascimento, Orivaldo Arf, Marlene Cristina Alves, Paulo Ricardo Teodoro da Silva, Eptácio José de Souza, João Paulo Ferreira, Debora Pavani da Silva, Flávio Hiroshi kaneko

**PRODUTIVIDADE DO ARROZ E MICRONUTRIENTES DO SOLO EM
SUCESSÃO A CULTIVOS DE ADUBOS VERDES E ESCARIFICAÇÃO
MECÂNICA EM CERRADO DE BAIXA ALTITUDE**

Vagner do Nascimento, Vagner do Nascimento, Orivaldo Arf, Marlene Cristina Alves, Paulo Ricardo Teodoro da Silva, João Pedro Scrociato, Caroline Ribeiro Peruchhi, Eder de Souza, Michelle Traete Sabundjian

**REDUÇÃO DAS LACUNAS DE PRODUTIVIDADE DE ARROZ NA
AMÉRICA LATINA E CARIBE**

Luciano Carmona

**VIABILIDADE DA PRODUÇÃO DO ARROZ EM SUCESSÃO A
CULTIVOS DE ADUBOS VERDES E ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA**

Nayara Fernanda Siviero Garcia, Maria Aparecida Anselmo Tarsitano, Orivaldo Arf, Vagner do Nascimento, Mayara Rodrigues, Mariele de Souza Penteado

**VIABILIDADE ECONÔMICA DA CULTIVAR DE ARROZ DE TERRAS
ALTAS BRS ESMERALDA.**

Osmira Fátima da Silva, Carlos Magri Ferreira, Alcido Elenor Wander

SEÇÃO 8 - TECNOLOGIA DE COLHEITA, PÓS-COLHEITA E INDUSTRIALIZAÇÃO DE GRÃOS E SEMENTES

ANÁLISE DA PRODUÇÃO E DO USO DE SEMENTES CERTIFICADAS DE ARROZ NO RS AO LONGO DOS ANOS

Felipe Gutheil Ferreira, Athos Dias de Castro Gadea, Flávia Miyuki Tomita, Gustavo Campos Soares

AValiação DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ARROZ IRRIGADO TRATADAS COM DIFERENTES BIOESTIMULANTES E DOSAGENS

Manoella Machado Fagundes, Sabrina Pereira Vargas, Bento Alvenir Dornelles de Lima

AValiação DE CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E INDUSTRIAIS EM GENÓTIPOS CONVENCIONAIS E HÍBRIDAS DE ARROZ IRRIGADO

Mitiel Santos da Silva, Cirineu Tolfo Bandeira, Marcos da Silva Almeida, Anderson Fernandes Azevedo, Joseani da Silveira Talhaferro, Cláudia Bombassaro Nunes, Guilherme Ribeiro

AValiação DE PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS ESTABELECIDOS PELA AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA EM MARCAS COMERCIAIS DE ARROZ BRANCO POLIDO

Adriane Lettnin Roll Feijó, Tiago André Kaminski, Taiane Medeiro Ciocheta

CARACTERES AGRONÔMICOS EM GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO CONDUZIDOS EM ITAQUI/RS

Anderson Fernandes Azevedo, Geter Alves Machado, Cirineu Tolfo Bandeira, Joseani da Silveira Talhaferro, Mitiel Santos da Silva, Cláudia Bombassaro Nunes, Guilherme Ribeiro.

CARACTERIZAÇÃO CENTESIMAL, TEMPO DE COCÇÃO E PERFIL DE TEXTURA DE ARROZ COM DIFERENTES TEORES DE AMIOSE

Aline Machado Pereira, Bianca Pio Ávila, Márcia Arocha Gularte, Gabriela Dutra Alves, Jander Monks, Karina Medeiros Madruga, Larissa Silveira

CARACTERIZAÇÃO DE GRÃOS DE ARROZ AROMÁTICO E SEU POTENCIAL TECNOLÓGICO

Bianca Pio Ávila, Aline Pereira, Guilherme Bragança, Angélica Nicoletti, Reni Rockenbach, Gabriela Dutra Alves, Jander Monks, Moacir Cardoso Elias, Márcia Arocha Gularte

CONTAGEM TOTAL DE MESÓFILOS AERÓBIOS E BOLORES EM MARCAS COMERCIAIS DE ARROZ BRANCO POLIDO

Tiago André Kaminski, Everaldo Rodrigo Fatore, Adriane Lettnin Roll Feijó

CORRELAÇÃO ENTRE CARACTERES AGRONOMICOS DE PÓS-COLHEITA E INDUSTRIAIS DE ARROZ IRRIGADO

Geter Alves Machado, Anderson Fernandes Azevedo, Cirineu Tolfo Bandeira, Mitiel Santos da Silva, Adriane Lettnin Roll Feijó, Tiago André Kaminski, Guilherme Ribeiro

CORRELAÇÃO ENTRE VALOR COMERCIAL E PARÂMETROS DE IDENTIDADE DE MARCAS COMERCIAIS DE ARROZ POLIDO

Thomas Duzac Escobar, Tiago André Kaminski, Maurício Gomes Locatelli, Taiane Medeiro Ciocheta, Cassio Augusto Milbradt

DESEMPENHO DE GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO PARA CARACTERES DE PÓS-COLHEITA E INDUSTRIAIS

Claudia Bombassaro Nunes, Joseani da Silveira Talhaferro, Cirineu Tolfo Bandeira, Marcos da Silva Almeida, Adriane Lettnin Roll Feijó, Tiago André Kaminski, Guilherme Ribeiro

DESEMPENHO DE SEMENTES DE ARROZ TRATADAS COM ÁCIDO SALICÍLICO EM ESTRESSE SALINO

Adriele Prates da Silveira, Karina C. Bittencourt, Karina P. Diniz, Lucas Dotto, Henrique M. Menezes, Vanessa N. Silva

DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE ARROZ RECOBERTAS COM AGROMINERAIS

Paulo Eduardo Rocha Eberhardt, Aline klug Radke, Caio Sippel Dörr, Carla Xavier Alves, Gilberto Antônio Peripolli Bevilaqua, Luis Osmar Braga Schuch

DESEMPENHO OPERACIONAL E QUALIDADE INDUSTRIAL DURANTE O ARMAZENAMENTO DOS GRÃOS DE ARROZ SECOS PELO MÉTODO ESTACIONÁRIO UTILIZANDO GLP COMO CONDICIONADOR DO AR

Fernando Fumagalli Miranda, Carlos Alberto Alves Fagundes, Izabel Cristina Panni de Oliveira, Thiago Barros

EFEITO DA ADIÇÃO DE ÓLEO DE SOJA SOBRE O RENDIMENTO DE PANELA DE GRÃOS DE ARROZ BRANCO

Jorge Tiago Schwanz Goebel, Bruno Artur Rockenbach, Lenara Toniato, William Von Ahn, Moacir Cardoso Elias

EFEITO DA ADIÇÃO DE ÓLEO DE SOJA SOBRE O RENDIMENTO DE PANELA DE GRÃOS DE ARROZ PARBOILIZADO POLIDO

Jorge Tiago Schwanz Goebel, Rodrigo dos Santos Fernandes, Peter Corrêa Lopes, Valmor Ziegler, Moacir Cardoso Elias

EFEITO DA TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE TECNOLÓGICA E VISCOAMILOGRÁFICA DE ARROZ PARBOILIZADO INTEGRAL

Marcelo Ricardo Cappellari, Ricardo Tadeu Paraginski, Valmor Ziegler, Cristiano Dietrich Ferreira, Mauricio de Oliveira

EFEITO DO ÁCIDO GIBERÉLICO NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE ARROZ SUBMETIDO A ESTRESSE POR BAIXA TEMPERATURA

Daniele Brandstetter Rodrigues, Thaís D'Avila Rosa, Diogo Balbé Helgueira, Jonas Gularte, Lilian Vanussa Madruga de Tunes, Luis Antonio de Avila

EFEITO DO REGULADOR DE CRESCIMENTO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ARROZ

Aline Klug Radke, Andréa Bicca Noguez Martins, Manoela Andrade Monteiro, Fernanda Xavier, Guilherme Menezes Salau, João Pedro Oliveira Behenck, Alexandre Ataides de Oliveira Peres, Dario Munt de Moraes

EFEITOS DA UMIDADE E DA TEMPERATURA DE EXTRUSÃO SOBRE PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS E NUTRICIONAIS DE EXTRUSADOS EXPANDIDOS À BASE DE ARROZ

Nathan Levien Vanier, Miriã Miranda da Silveira, Daiane Pinheiro Kröning, Bruno Artur Rockenbach, Jose de J. Berrios, Moacir Cardoso Elias

EFEITOS DO PROCESSO DE EXTRUSÃO E DO TEOR DE AMIOSE SOBRE PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS E ESTRUTURAIS DE AMIDO ISOLADO DE GRÃOS DE ARROZ

Nathan Levien Vanier, Jean Ávila Schwartz, Juciano Gabriel da Silva, José de J. Berrios, Maurício de Oliveira, Moacir Cardoso Elias

ESTUDO DE AVALIAÇÃO SENSORIAL DE PEGAJOSIDADE DE ARROZ

George von Borries, Michela Okada Chaves, Heloísa Celis de Paiva Breseghello

EXTRUSADOS EXPANDIDOS À BASE DE ARROZ: PARÂMETROS OPERACIONAIS E PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS EM FUNÇÃO DO TEOR DE AMIOSE E DA TEMPERATURA DE EXTRUSÃO

Nathan Levien Vanier, Franciene Almeida Villanova, Jean Paulo de Oliveira, José de J. Berrios, Maurício de Oliveira, Moacir Cardoso Elias

INCIDÊNCIA DE BACILLUS CEREUS EM MARCAS COMERCIAIS DE ARROZ BRANCO POLIDO

Adriane Lettnin Roll Feijó, Tiago André Kaminski, Taiane Medeiro Ciocheta

INFLUÊNCIA DE REGULADOR VEGETAL NA QUALIDADE INDUSTRIAL E PRODUTIVIDADE DO ARROZ DE TERRAS ALTAS

Cleiton José Alves, Orivaldo Arf, Nayara Fernanda Siviero Garcia, Mayara Rodrigues, Arthur Dias Galassi, Fernando Shintate Galindo, Luis Massao Sasaki

INFLUÊNCIA DO BENEFICIAMENTO NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE GRÃOS DE ARROZ

Caroline Dittgen, Jarine Amaral, Caroline Rockembach, Elessandra Zavareze

INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO DE SEMENTES DE ARROZ HÍBRIDO SOB ESTRESSE DE BAIXA TEMPERATURA

Andréia da Silva Almeida, Adilson Jauer, Vanessa Soares, Thais Ongaratto de Camargo, Geri Eduardo Meneghello

MANEJO E DOSES DE N, ÉPOCA DE COLHEITA E ARMAZENAMENTO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ARROZ 'BRS 358' COM GRÃOS PARA A CULINÁRIA JAPONESA

Maysa Mathias Alves Pereira, Oscar José Smiderle, Antonio Carlos Centeno Cordeiro, Roberto Dantas de Medeiros

MANEJO E DOSES DE NITROGENIO, ÉPOCAS DE COLHEITA NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ARROZ 'BRS 358'

Maysa Mathias Alves Pereira, Oscar José Smiderle, Antonio Carlos Centeno Cordeiro, Roberto Dantas de Medeiros

METODOLOGIAS ALTERNATIVAS PARA TESTE DE FRIO EM SEMENTES DE ARROZ

Thais Ongaratto de Camargo, Andreia da Silva Almeida, Gustavo Zimmer, Angecion Machado Silva, Paulo Dejalma Zimmer.

OBTENÇÃO DE FIBRAS DE CELULOSE A PARTIR DA CASCA DE ARROZ

Jean Paulo de Oliveira, Caroline Dittgen, Shanise Lisie Mello El Halal, Alvaro Renato Guerra Dias, Eleessandra da Rosa Zavareze

PARÂMETROS DE IDENTIDADE DE MARCAS COMERCIAIS DE ARROZ BRANCO POLIDO

Thomas Duzac Escobar, Tiago André Kaminski, Maurício Gomes Locatelli, Gomercindo Aramburu Júnior, Nenoir Dorneles de Amador, Luciano Gomes de Souza

PARÂMETROS VISCOAMILOGRÁFICOS DA FARINHA E DO AMIDO ISOLADO DE GRÃOS DE ARROZ COM DEFEITOS

Lieser Luan Alves Cabreira, Lanes Acosta, Anderson Ely, Moacir Cardoso Elias, Elton Pilar Medeiros, Ricardo Tadeu Paraginski

PREFERÊNCIA E ATITUDE DE COMPRA DE ARROZ AROMÁTICO

Bianca Pio Ávila, Aline Pereira, Angélica Nicoletti, Guilherme Bragança, Reni Rockenbach, Thais Teixeira, Jander Monks, Moacir Cardoso Elias, Márcia Arocha Gularte

PRODUÇÃO DE SEMENTE GENÉTICA E BÁSICA DAS CULTIVARES IRGA NAS SAFRAS 2012/13 E 2013/14

Felipe Gutheil Ferreira, Athos Dias de Castro Gadea, Flávia Miyuki Tomita

PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE SEMENTE CERTIFICADA DAS CULTIVARES EPAGRI SAFRAS 2012/13 e 2013/14

Gabriela Neves Martins, Moacir Antonio Schiocchet

PROPRIEDADES DE COCÇÃO DE MARCAS COMERCIAIS DE ARROZ BRANCO POLIDO

Taiane Medeiro Ciocheta, Tiago André Kaminski, Adriane Lettnin Roll Feijó

PROPRIEDADES DO AMIDO ISOLADO DE GRÃOS DE ARROZ BENEFICIADO POLIDO COM DEFEITOS

Anderson Ely, Lanes Acosta, Lieser Luan Alves Cabreira, Moacir Cardoso Elias, Elton Pilar Medeiros, Ricardo Tadeu Paraginsk

PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS E ANTIOXIDANTES DE GRÃOS DE ARROZ PRETO E DE ARROZ VERMELHO

Fabiana Torma Botelho, Nathan Levien Vanier, Valmor Ziegler, Andressa de Assis Lourenço, Chaiane Goulart Soares, Priscila Zaczuk Bassinello, Moacir Cardoso Elias

QUALIDADE DE SEMENTES DE ARROZ ANALISADAS NO LABORATÓRIO OFICIAL DO IRGA DE CACHOEIRINHA NA SAFRA 2013/2014

Flávia Miyuki Tomita, Felipe Gutheil Ferreira, Athos Dias de Castro Gadea

QUALIDADE DE SEMENTES E CARACTERES AGRONÔMICOS DE ARROZ IRRIGADO ORIUNDO DE SEMENTES RECOBERTAS COM FONTES DE SILÍCIO

Henrique Lopes Chagas, Bruna Barreto Reis, Rodrigo Rocha Rodrigues, Mateus Tessmann, Filipe Mattos, Luis Henrique Konzen, Jucilayne Fernandes Vieira, Lilian Vanussa Madruga de Tunes

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ARROZ DA VARIEDADE INDICA 1 EM FUNÇÃO DA POSIÇÃO DAS SEMENTE NA PANÍCULA.

Paola Camargo, Cileide M. M. Coelho, Fernando Gava

QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE ARROZ TRATADAS COM DIFERENTES FONTES DE SILÍCIO

Patricia Migliorini, Anna dos Santos Suñe, Ewerton Gewehr, Otávio de Oliveira Corrêa, Gustavo Rodrigues, Guilherme Acosta, Murilo Bortolotti, Lilian Madruga de Tunes

QUALIDADE INDUSTRIAL DO ARROZ DE TERRAS ALTAS (BRS ESMERALDA) COM UREIA CONVENCIONAL E UREIA REVESTIDA, EM FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA

José Roberto Portugal, Orivaldo Arf, Amanda Ribeiro Peres, Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues, Alex Rangel Gonzaga, Mayara Rodrigues

QUALIDADE INDUSTRIAL E PRODUTIVIDADE DO ARROZ DE TERRAS ALTAS APÓS ADUBAÇÃO VERDE E DESCOMPACTAÇÃO MECÂNICA NO CERRADO

Fabiana Aparecida Fernandes, Vagner do Nascimento, Orivaldo Arf, Marlene Cristina Alves, Paulo Ricardo Teodoro da Silva, Eptácio José de Souza, Eder de Souza

RECOBRIMENTO DE SEMENTES DE ARROZ COM SILÍCIO: QUALIDADE FISIOLÓGICA E EXPRESSÃO ENZIMÁTICA

Ewerton Gewehr, Anna dos Santos Suñe, Gabriel Bandeira Duarte, Luiz Henrique Konzen, Douglas Bolacel Braga, Anita de Farias Nunes, Jucilayne Fernandes Vieira, Lilian Vanusa Madruga de Tunes

RENDIMENTO DE ENGENHO DE ARROZ DE TERRAS ALTAS EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO DE COBERTURA COM DOSES DE NITROGÊNIO E FONTES DE UREIA

Amanda Ribeiro Peres, Ricardo Antonio Ferreira Rodrigues, José Roberto Portugal, Orivaldo Arf, Nayara Fernanda Siviero Garcia, Flávia Constantino Meirelles

TEOR DE SÓDIO EM ARROZ BRANCO COZIDO OFERECIDO POR RESTAURANTES COMERCIAIS DA CIDADE DE ITAQUI, RS

Carla Adriana T. M. Borges, Lúcia F. T. de Barros, Tiago A. Kaminski, Nelson M. V. Bariani, Roberto D. de Felice

TEOR LIPÍDICO EM ARROZ BRANCO COZIDO OFERECIDO POR RESTAURANTES COMERCIAIS DA CIDADE DE ITAQUI, RS

Carla Adriana T. M. Borges, Lúcia F. T. de Barros, Andressa L. Ceccon Saueressig, Tiago A. Kaminski

TESTE DE COCÇÃO EM MARCAS COMERCIAIS DE ARROZ BRANCO POLIDO

Taiane Medeiro Ciocheta, Tiago André Kaminski, Adriane Lettnin Roll Feijó

TRATAMENTO DE SEMENTES DE ARROZ COM ZINCO, ÁCIDO SALICÍLICO E STIMULATE®

Henrique Model Menezes, Juliana da R. Silva, Adriele P. da Silveira, Amanda S. Hajar, Ester S. Galvão Sena, Morgana Ribeiro Stella, Vanessa N. Silva

TRATAMENTO TÉRMICO COM BAIXA UMIDADE APLICADO NO ARROZ EM CASCA: EFEITOS NAS PROPRIEDADES DO AMIDO

Wyller Max Ferreira da Silva, Franciene Almeida Villanova, Vânia Zanella Pinto, Eleessandra da Rosa Zavareze, Alvaro Renato Guerra Dias

VIGOR DE SEMENTES DE ARROZ IRRIGADO EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA E DO TRATAMENTO COM DIETHOLATE ISOLADO E EM COMBINAÇÃO

Raimunda Nonata Oliveira da Silva, Thaís D'Avila Rosa, Daniele Brandstetter Rodrigues, Diogo Balbé Helgueira, Bruna Rosa Bezerra, Geri Eduardo Meneghello, Luis Antonio de Avila

PALESTRAS

1 - WEED MANAGEMENT IN LOUISIANA RICE PRODUCTION SYSTEMS

Eric P. Webster - Professor, Louisiana State University AgCenter, School of Plant, Environmental, and Soil Sciences, Baton Rouge, LA, USA, ewebster@agcenter.lsu.edu

2 - DOENÇAS FÚNGICAS EM ARROZ IRRIGADO: PREVENÇÃO É A MELHOR ESTRATÉGIA DE CONTROLE

Carlos Henrique Paim Mariot - Customer Agronomis & Field Scientist - Rice, Dow AgroSciences Ind. Ltda., Cachoeirinha RS, Brasil, cpmariot@dow.com

3 - INCIDÊNCIA DE BRUSONE (*Magnaporthe oryzae*) NA CULTURA DO ARROZ

Marta Cristina Corsi de Filippi - Pesquisadora, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, Brasil, cristina.filippi@embrapa.br

4 - PEST MANAGEMENT IN RICE UNDER A CLIMATE CHANGE SCENARIO

Michael O. Way, Professor, Texas AgriLife Research and Extension Center, Beaumont, TX, USA, moway@aesrg.tamu.edu

5 - OPTIMIZATION OF THE NITROGEN USE IN RICE

Timothy W. Walker - General Manager, Horizon Ag LLC, Memphis, TN, EUA / Formerly Research Professor, Rice Agronomy and Breeding, Mississippi State University, Delta Research and Extension Center, Stoneville, MS, USA, twalker@horizonseed.com

6 - AVALIAÇÃO DO RISCO AMBIENTAL DE AGROTÓXICOS APLICADA À CULTURA DE ARROZ

Déborah Mendes Máximo Cardozo - Analista ambiental, IBAMA, Brasília, DF, Brasil, deborah.maximo@ibama.gov.br

7 - FISIOLOGIA VEGETAL COMO FERRAMENTA AO MELHORAMENTO GENÉTICO DO ARROZ

Giovani Greigh de Brito - Pesquisador, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, Brasil, giovani.brito@embrapa.br

8 - MITOS, VERDADES E PERSPECTIVAS NA ADOÇÃO DE HÍBRIDOS

James E. Taillebois - Researcher, CIRAD-AGAP / Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, Brasil, james.taillebois@cirad.fr

9 - GD ARROZ: PROGRAMA BASEADO EM GRAUS-DIA COMO SUPORTE AO PLANEJAMENTO E À TOMADA DE DECISÃO NO MANEJO DO ARROZ IRRIGADO

Silvio Steinmetz - Pesquisador, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, Brasil, silvio.steinmetz@embrapa.br

10 - PÓS-COLHEITA, INDUSTRIALIZAÇÃO E QUALIDADE DO ARROZ: EVOLUÇÃO E DESAFIOS

Moacir Cardoso Elias - Professor, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil, eliasmc@uol.com.br

11 - PLANO ABC E PERSPECTIVAS PARA A LAVOURA ORIZÍCOLA

Renato de Aragão Ribeiro Rodrigues - Pesquisador, Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, renato.rodrigues@embrapa.br

12 - ACCIONES PARA LA ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN DE EMISIONES DEL ARROZ DE RIEGO

Gonzalo Zorrilla de San Martín - Pesquisador, Instituto Nacional Investigación Agropecuaria, INIA Treinta y Tres, Uruguai, gzezorrilla@inia.org.uy

13 - ESTRATÉGIAS MITIGADORAS DA EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA PELA LAVOURA DE ARROZ

Cimélio Bayer - Professor, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, cimelio.bayer@ufrgs.br

14 - AVANÇOS TECNOLÓGICOS NO MANEJO DO SOLO E DA ÁGUA VISANDO O CULTIVO DE SOJA EM ROTAÇÃO AO ARROZ IRRIGADO

José Maria Barbat Parfitt - Pesquisador, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, Brasil, jose.parfitt@embrapa.br

15 - REFLEXOS ECONÔMICOS DA INSERÇÃO DA SOJA NO SISTEMA DE PRODUÇÃO EM ÁREAS ORIZÍCOLAS

Tiago Sarmiento Barata - Professor, Universidade da Região da Campanha, URCAMP / Diretor Comercial Instituto Rio Grandense do Arroz, Porto Alegre, RS, Brasil, tiago-barata@irga.rs.gov.br

SEÇÃO 1 - FITOMELHORAMENTO

Análise da estabilidade do gene de referência *OsEF1-α* em diferentes estresses abióticos

Fabiane Igansi de Castro dos Santos¹; Vivian Ebeling Viana²; Naciele Marini³; Ariadne Ribeiro Henriques⁴; Antonio Costa de Oliveira⁵;

Palavras-chave: normalizador, submergência, toxidez por ferro, transcrição

INTRODUÇÃO

O arroz é um dos alimentos com melhor balanceamento nutricional, fornece 20% de energia necessária ao organismo humano, ainda, destacando sua importância o Brasil é o 9º maior produtor mundial e a região sul produz 60% do arroz brasileiro (CONAB, 2014). Atualmente tem se buscado cultivares altamente produtivas e tolerantes a estresses bióticos e abióticos tendo em vista as alterações climáticas que vem ocorrendo causando uma importante influência na segurança alimentar em todo o mundo. Um dos estresses que poderá ser causado por estas mudanças é o estresse por inundação. O excesso de água fornece restrições para o cultivo do arroz em solos de várzea. A submergência de curto prazo (*flash floods*) por mais de duas semanas podem causar sérias perdas nos campos de arroz independentemente do estágio de desenvolvimento do vegetal (IRRI, 2014).

Além disso, outros estresses estão relacionados as perdas do arroz a campo, como é o caso a toxidez por excesso de ferro. A inundação do solo, requerida para o sistema irrigado, somado a principal característica de solos hidromórficos os quais possuem drenagem deficiente, torna o ambiente hipóxico, alterando o pH. Esta alteração de pH promove a redução de óxidos férricos (Fe^{3+}) a óxidos ferrosos (Fe^{2+}) com consequente elevação da solubilidade e disponibilidade do íon, o que causa diversos problemas na planta relacionados a toxidez (SCHIMIDT et al. 2013). Frente a estes fatores limitantes ao cultivo vegetal, as plantas tem desenvolvido mecanismos intrínsecos em diferentes aspectos, tais como a nível estrutural, celular e molecular (CHEN et al. 2012).

O estudo em direção ao entendimento destes mecanismos de adaptação pode ser facilitado verificando a expressão de genes envolvidos nesta resposta ao estresse, fornecendo assim, ferramentas para os programas de melhoramento genético. A técnica de qRT-PCR é muito utilizada para a quantificação da expressão gênica e permite comparar padrões de transcrição genica em diferentes situações experimentais (VANGUIDER et al. 2008; PONTON et al. 2011). A normalização dos níveis de expressão de genes alvo é um dos principais requisitos nestes ensaios já que, os níveis de expressão de genes alvo são calculados em relação a controles endógenos. Sendo assim a seleção de um gene de referência com expressão estável é uma etapa crítica no sentido de controlar a variabilidade entre as amostras (DHEDA et al. 2004). Com o intuito de selecionar genes de referência com expressão estável, este trabalho teve como objetivo avaliar a estabilidade do gene *OsEF1-α* (*elongation factor 1-α*) para ser utilizado na normalização da expressão de genes alvo responsivos ao estresse por submergência e excesso de ferro em diferentes tecidos de plântulas de arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório do Centro de Genômica e Fitomelhoramento, pertencente ao departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da

¹ Msc. em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, CP. 354, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: santosfic@hotmail.com

² Msc. em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas

³ Dra. em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas.

⁴ Dra. em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Pelotas.

⁵ Prof. PhD. em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas.

Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). Foram utilizadas sementes de arroz irrigado da cultivar Nipponbare, estas foram alocadas em caixas gerbox com papel germitest e colocadas para germinar em câmara de germinação (B.O.D.) a 25°C, fotoperíodo de 16 horas/8 horas (luz/escuro) e umidade relativa de 100% por 7 dias, seguindo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). O delineamento experimental utilizado foi completamente casualizado com três repetições, sendo cada unidade experimental composta por cinco plântulas.

Para a indução de estresse por ferro, plântulas uniformes foram transferidas para tela de nylon adaptada à tampa de um recipiente com capacidade para 4 L contendo solução nutritiva de YOSHIDA (1976). Os recipientes foram acondicionados em um tanque hidropônico, com água a uma temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, com fotoperíodo de 16 horas, e aeração permanente. A solução nutritiva foi trocada a cada sete dias. As plântulas se desenvolveram nessas condições por 14 dias, quando a plântula está no estágio de desenvolvimento V3. Foi então realizada a primeira coleta das plântulas no tratamento controle, sem estresse por toxidez por ferro. Ao restante dos recipientes as plântulas foram submetidas ao estresse por ferro sendo transferidas para recipientes contendo a solução nutritiva padrão mais 500mg de sulfato de ferro e permaneceram sob estas condições por 12 e 24 horas, até a coleta. O pH foi aferido diariamente. Para a indução de estresse por submersão as plântulas foram transferidas para recipientes com capacidade para 2L, acondicionados em ambiente com fotoperíodo de 16 horas/8 horas (luz/escuro), estes recipientes continham areia e foram regados 2 vezes ao dia com água e solução nutritiva de YOSHIDA (1976). As plantas permaneceram nestas condições por 7 dias. Logo após, os 14 dias, estágio de desenvolvimento V3, foi realizada a primeira coleta das plântulas submetidas ao tratamento controle (0h- sem estresse por hipoxia). O restante dos recipientes com as plântulas foram submetidas aos tratamentos de estresse, ou seja, as plântulas permaneceram sob condição de submersão por 12 e 24 horas, até a coleta. As amostras de parte aérea e raiz, obtidas na indução dos estresses de submersão e excesso de ferro, foram coletadas e acondicionadas em ultra freezer a -80°C até a realização da extração de RNA.

As extrações de RNA foram realizadas em triplicatas biológicas e segundo o protocolo do reagente TRIzol® (Invitrogen, Califórnia, USA). Para a síntese do cDNA, as amostras de RNA foram tratadas com DNaseI (Invitrogen TM®) para eliminação de contaminação com DNA genômico. Os cDNAs fita simples foram obtidos a partir de 2µg de RNA total, utilizando o kit SuperScript™III First-Strand System for qRT-PCR (InvitrogenTM). Os inicializadores foram desenhados através do programa Applied Biosystems Primer Express®. Para o qRT-PCR foi utilizado 12,5 µl do kit FastStart Universal SYBR Green Master (Rox) (Roche Applied Science®) e as reações foram realizadas no termociclador ABI PRISM 7500 Fast (Applied Biosystems®) com três repetições biológicas e três repetições técnicas. A quantificação relativa do gene *OsEF1-α* foi realizado segundo Braga et al. (2015). Os dados também foram analisados através de ferramentas do programa Mult Experiment Viewer (TIGR MeV).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para analisar a estabilidade do perfil de expressão do gene de referência *OsEF1-α* sob estresse, tecidos de parte aérea e raiz foram analisados. Podemos observar que no tecido de parte aérea (Figura 1A) não houve alterações na quantificação relativa de transcritos nos estresses de submersão e excesso de ferro bem como entre os tratamentos aplicados. Os dados sugerem que não houve alterações na estabilidade de expressão do gene *OsEF1-α* indicando eficiência como normalizador para o uso no tecido de parte aérea.

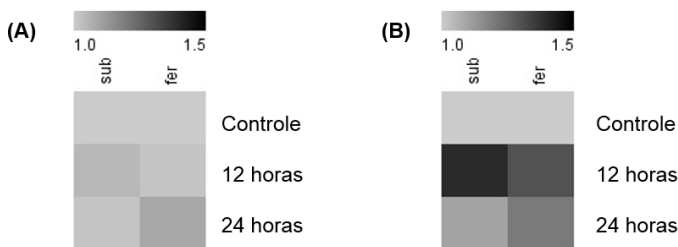


Figura 1. Perfil de expressão do gene constitutivo *OsEF1-α* analisado nos estresses de submersão e excesso de ferro nos tratamentos controle e 12 e 24 horas sob estresse, na parte aérea e raízes de plântulas de arroz irrigado do genótipo Nipponbare através da técnica de qRT-PCR e representado por escalas que variam de 1 – 1.5, utilizando o Mult Experiment Viewer (TIGR MeV). Uma extremidade da escala representada pela cor cinza claro indica menor nível de expressão do gene e a outra extremidade representada pela cor preta indica o maior nível de expressão. CGF/FAEM/UFPel, 2015. (A) perfil de expressão do gene *OsEF1-α* no tecido de parte aérea. (B) perfil de expressão do gene *OsEF1-α* em raízes.

O perfil de expressão do gene *OsEF1-α* no tecido radicular (Figura1B) não manteve a mesma estabilidade constatada na parte aérea. Neste caso é possível verificar que principalmente no tratamento de 12 horas, sob os estresses de submersão e excesso de ferro, ocorre uma alteração na quantificação relativa do número de transcritos. Entretanto a variação na quantificação relativa não invalida o uso do gene em tecidos radiculares uma vez que os valores de estabilidade mantem-se baixos. Embora o gene de controle interno *OsEF1-α* venha sendo utilizado frequentemente como gene de referência por apresentar estabilidade, os resultados desse estudo reforçam a necessidade de validar genes de referência para diferentes tipos de tecidos mesmo quando submetidos as mesmas condições experimentais.

CONCLUSÃO

O gene *OsEF1-α* apresentou estabilidade como gene de referência nos estresses de submersão e excesso de ferro bem como para os tecidos de parte aérea e raiz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONAB: **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 02 de novembro de 2014.
- CHEN, L.; SONG, Y.; LI, S.; ZHANG, L.; ZOU, C.; YU, D. The role of WRKY transcription factors in plant abiotic stresses. **Biochimica et Biophysica Acta**, v.1819, p.120 –128, 2012.
- DHEDA K, HUGGETT JF, BUSTIN SA, JOHNSON MA, TORRE G, ZUMLA A: Validação de genes de limpeza para normalizar a expressão do RNA em PCR em tempo real. **Biotécnicas**, PubMed; v.37, p.12-119, 2004.
- IRRI – International Rice Research Institute. Disponível em <http://irri.org/>. Acesso em 22 janeiro 2014.
- MORAES, G.P et al.: Evaluation of reference genes for RT-qPCR studies in the leaves of rice seedlings under salt stress. **Genetics and Molecular Research**, v.14, n.1, p2384-2398, 2015.
- PONTON F et al.: **Insect Physiology**, v.57. n.6, p.840 - 50, 2011.
- VANGUILDER HD, et al.: Twenty-five years of quantitative PCR for gene expression analysis. **Biotechniques**, 44, 619–626, 2008.
- YOSHIDA, S. et al.: Laboratory manual for physiological studies of rice. Los Baños: IRRI, 1976.

ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS EM PARÂMETRO DE AVALIAÇÃO DE ESTRESSE SALINO EM GENÓTIPOS DE ARROZ

Rodrigo Danielowski¹; Taiane Peres Viana²; Elisane Weber Tessmann²; Mateus Olivo²; Cristiano Matias Zimmer³; Eder Licieri Golli³; Anderson Rodrigues⁴; Antonio Costa de Oliveira⁵; Luciano Carlos da Maia⁵.

Palavras-chave: biplot, abiótico, índices, adaptabilidade.

INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os dez países que mais produzem arroz (*Oryza sativa* L.) (FAOSTAT, 2013). O Estado do Rio Grande do Sul responde por mais de 60% da produção nacional, com níveis de produtividade superiores a 7 t ha⁻¹ (CONAB, 2015). A salinidade dos solos é um dos estresses abióticos mais severos ao crescimento e desenvolvimento das plantas, sendo o arroz umas das plantas mais sensíveis aos danos causados por este estresse (MUNNS e TESTER, 2008). Estima-se que até o ano de 2050 aproximadamente 50% dos solos agricultáveis apresentarão algum tipo de limitação devido à salinidade presente nos solos (FAO, 2006). Esta situação preocupa, uma vez que estimativas da (FAO, 2010) apontam que em 2030 a população mundial deverá ser de 8,3 bilhões de habitantes. A avaliação de genótipos de arroz em resposta a estresses abióticos é uma das estratégias de pré-melhoramento que tem como objetivo identificar plantas tolerantes às condições adversas. Desta forma as plantas tolerantes podem ser empregadas diretamente nos sistemas produtivos ou então entrarem na composição de cruzamentos, com o intuito de obter plantas mais tolerantes. Atualmente, existem metodologias para mensurar e caracterizar os genótipos em tolerantes e sensíveis a estresses abióticos, entre elas cita-se o índice de tolerância ao estresse (ITS) proposto por FERNANDEZ (1993), que avalia genótipos que se mostram mais produtivos em ambientes com ou sem estresse. O índice de sensibilidade ao estresse (ISS) mostra quais são os genótipos que sofrem menos os efeitos da salinidade em comparação ao tratamento controle (FISCHER e MAURER 1978). O desempenho relativo (DR) é outra forma de avaliação baseada na produção obtida por um genótipo no ambiente com estresse, em relação a sua produção no ambiente sem estresse. Existem também modelos utilizados na avaliação da adaptabilidade e estabilidade de genótipos frente a diferentes ambientes. Duas destas metodologias são o coeficiente de variação ambiental descrito por RAMALHO et al. (2012) e o método baseado no desdobramento da soma de quadrados dos efeitos de ambientes e da interação genótipos x ambientes, em efeitos de ambientes dentro de cada genótipo descrito por YATES e COCHRAN (1938). Sendo assim o objetivo deste experimento foi avaliar 24 genótipos de arroz em função de diferentes níveis de estresse salino por meio dos parâmetros índice de sensibilidade ao estresse (ISS), índice de tolerância ao estresse (STI), desempenho relativo (DR), coeficiente de variação ambiental (CVi%) e adaptabilidade pelo método de YATES e COCHRAN (QM).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado com 24 genótipos de arroz. A solução nutritiva fornecida foi a proposta SINGH et al., (2010). O estresse foi proporcionado pela adição de NaCl P.A., nas concentrações de 0, 30, 60 e 90 mM. O cultivo foi realizado em casa de vegetação em um sistema constituído por tanques com capacidade de 20 litros e bandejas flutuantes (*floating*) com 72 células. As soluções nutritivas foram substituídas semanalmente e o pH

¹ Eng. Agr. Doutorando em Agronomia – PPGA/UFPel; Capão do Leão/RS; rodrigodanielrs@gmail.com

² Eng. Agr. Estudante de Doutorado;

³ Eng. Agr. Estudante de Mestrado;

⁴ Estudante de Graduação em agronomia;

⁵ Prof. PhD/Dr. Departamento, de Fitotecnia – PPGA/UFPel

foi verificado diariamente. As plântulas previamente germinadas foram transplantadas para as bandejas, recebendo a solução nutritiva normal (0 mM NaCl) por sete dias. Posteriormente a solução nutritiva foi substituída, e se deu início aos tratamentos com as respectivas concentrações de NaCl. Após o período de 21 dias, todas as plantas foram avaliadas em função do comprimento da parte aérea (CPA), sendo os comprimentos obtidos com régua graduada em centímetros. A parte aérea é mais afetada pela salinidade do que as raízes segundo SHABALA e MUNNS (2012). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com três repetições, em esquema fatorial com 24 genótipos e 4 concentrações de NaCl (24X4). Após a coleta de dados, estes foram analisados com o uso do software Genes versão 2015.5.0. A partir da constatação de efeito significativo para a interação entre os fatores, realizou-se a construção dos índices de sensibilidade ao estresse (ISS), índices de tolerância ao estresse (STI), desempenho relativo (DR), coeficiente de variação ambiental (CVi%) e adaptabilidade pelo método de (QM) de YATES e COCHRAN (1938). Com as médias obtidas pelos genótipos em cada tratamento, procederam-se os cálculos para a obtenção dos parâmetros. Na obtenção dos índices SSI, STI e DR utilizou-se apenas as médias obtidas pelos genótipos nos tratamentos controle e 90 mM de NaCl. Já para CVi% e QM utilizou-se as médias obtidas em todos os tratamentos (0, 30, 60, 90 mM de NaCl). Os parâmetros resultantes foram então padronizados para a realização da análise de componentes principais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os parâmetros obtidos pelos genótipos em função das concentrações de NaCl utilizadas. O índice de sensibilidade ao estresse (SSI) mostra quais são os genótipos que menos são afetados pelos ambientes com estresse, assim valores altos deste índice representam maiores perdas de produtividade em relação a produção em ambiente sem estresse. De acordo com ALI et al. (2013) este índice é eficiente na caracterização de genótipos sensíveis a estresses abióticos, sendo assim podemos destacar o genótipo BRS TAIM como o mais sensível ao estresse salino segundo este parâmetro. Resultado que corrobora com os obtidos por BENITEZ et al. (2010). Já o índice de tolerância ao estresse (STI) caracteriza os genótipos como tolerantes, aqueles que apresentaram maiores valores deste índice. Desta forma podemos destacar o genótipo BR IRGA 411 com o índice de 1,52. O DR é outra forma de se avaliar os genótipos frente a uma condição de estresse, e assim obtêm-se o percentual produtivo em relação ao tratamento controle, podendo gerar valores como o obtido pelo genótipo BRS TALENTO com produção superior ao tratamento controle. Esta resposta pode ser explicado pelo fato desta

Tabela 1 – Número do genótipo (nº), índices de sensibilidade ao estresse (SSI), índices de tolerância ao estresse (STI), desempenho relativo (DR), coeficiente de variação de ambiente (CVi%) e quadrado médio (QM).

Genótipos	nº	SSI	STI	DR	Cvi(%)	QM
BRS 6 CHUI	1	1,72	0,83	85,71	6,96	24,92**
BRS 7 TAIM	2	3,29	0,63	72,69	14,98	81,33**
BRS CONAI	3	-1,10	1,00	109,13	6,86	29,76**
BRS COLOSSO	4	0,04	1,03	99,70	2,67	4,41ns
BRS AGRISUL	5	2,23	0,80	81,48	10,94	57,34**
BRS LIDERANÇA	6	-0,23	1,08	101,91	2,58	4,26ns
BRS LIGERINHO	7	1,70	1,27	85,92	8,10	46,47**
BRS QUERÊNCIA	8	0,70	0,76	94,17	4,61	9,46ns
BRS PELOTA	9	0,35	0,79	97,05	7,70	26,12**
BRS ATALANTA	10	1,66	0,96	86,25	7,00	27,00**
BRS BOJURU	11	-0,47	0,84	103,88	8,43	32,13**
BR IRGA 413	12	1,79	1,29	85,14	9,23	70,94**
BR IRGA 411	13	-1,64	1,52	113,63	5,40	27,30**
BR IRGA 410	14	1,80	0,75	85,04	6,81	21,53**
IRGA 418	15	2,50	1,01	79,20	10,87	73,31**
IRGA 416	16	1,01	0,85	91,65	5,91	16,67*
IRGA 420	17	1,82	0,91	84,87	10,40	56,74**
IRGA 417	18	2,81	0,88	76,62	14,80	117,30**
BRS SINUELO	19	0,29	0,57	97,61	4,08	5,36ns
IR8	20	1,43	0,43	88,10	5,45	7,50ns
DIAMANTE	21	0,80	1,21	93,33	6,04	28,93**
BRS TALENTO	22	-2,32	0,76	119,26	7,95	29,33**
CANA ROXA	23	0,77	1,34	93,57	4,12	13,81ns
BRS PAMPA	24	2,05	0,82	82,96	9,14	43,68**

ns, ** e * não significativo, significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F.

cultivar ter em sua genealogia cerca de 50% genótipos tolerantes a seca (CASTRO et al., 2002). O coeficiente de variação ambiental de RAMALHO (2012) é uma variação da metodologia citada por LIN et al. (1986) para a avaliação da adaptabilidade e/ou estabilidade tipo 1 (BECKER 1981). A vantagem desta metodologia e também a descrita por YATES e COCHRAN (1938) baseada no quadrado médio, é que se trabalha com as médias obtidas pelos genótipos em todas as concentrações de NaCl (simulação de ambientes). Desta forma os genótipos com menores valores de CVi% são os mais adaptados segundo esta metodologia, pois estes são menos afetados pelas concentrações de NaCl. Assim destacamos

Tabela 2 – Estimativas dos autovalores obtidos o genótipo BRS LIDERANÇA como o genótipo mais tolerante a salinidade segundo esta metodologia. O quadrado médio apresenta resultado semelhante ao CVi% com a vantagem da realização do teste F, proporcionando maior precisão na caracterização dos genótipos. Assim temos seis genótipos que não foram significativamente afetados pelas concentrações de NaCl empregadas neste estudo, com destaque para o BRS LIDERANÇA que obteve o menor valor de QM. Na tabela 2 estão as estimativas dos autovalores e a fração cumulativa dos componentes principais. É possível observar que os dois primeiros componentes explicam 85,35% da variação total. Na figura 1 podemos observar que o componente principal 1 que representa 63,78% da variação total, dividiu os parâmetros em dois grupos, a partir da origem. Assim uma correlação positiva ente o CP 1 e os parâmetro de QM, CVi% e SSI é observada. De acordo com cada metodologia, valores altos destes parâmetros representam baixos níveis de adaptabilidade no caso do QM e CVi% e sensibilidade ao estresse para o índice SSI. Esta informação corrobora com o fato dos genótipos 5 (BRS AGRISUL) e 2 (BRS TAIM) serem caracterizados com suscetíveis a salinidade TERRES et al. (2004); BENITEZ et al. (2010). Correlação negativa com o CP1 foi mais proeminente para o DR. Neste parâmetro podemos destacar o genótipo 22 (BRS TALENTO) que possui em sua genealogia uma grande contribuição de genótipos tolerantes a seca, assim os valores negativos do CP 1 correspondem a um elevado valor de DR para este genótipo. O STI foi o que teve maior correlação ao CP 2, que representa 21,57% da variação total. Neste parâmetro podemos destacar o genótipo 13 (BR IRGA 411) por apresentar o maior valor de STI. Os genótipos 9 (BRS PELOTA), 10 (BR IRGA 413), 11 (BRS BOJURU) e 16 (IRGA 416) podem ser caracterizados como moderadamente tolerantes por se manterem mais próximos da origem do gráfico, ou seja, eles apresentam valores intermediários para os parâmetros utilizados neste estudo.

Componentes Principais (CP)	Estimativa dos autovalores		
	Raiz	Raiz (%)	Acumulado (%)
1	3,1892	63,78	63,78
2	1,0784	21,57	85,35
3	0,7014	14,03	99,38
4	0,0310	0,62	100,00
5	0,0000	0,00	100,00

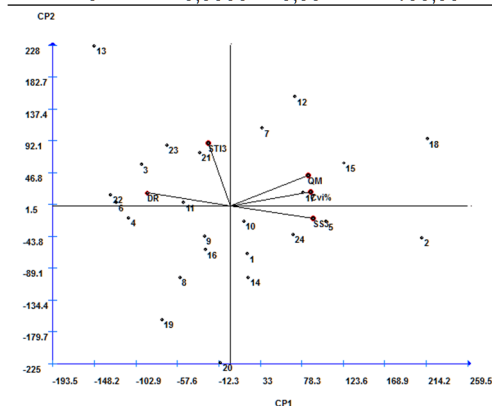


Figura1 - Biplot dos dois primeiros Componentes Principais de 24 genótipos de arroz em função dos parâmetros de avaliação de estresse.

o índice SSI. Esta informação corrobora com o fato dos genótipos 5 (BRS AGRISUL) e 2 (BRS TAIM) serem caracterizados com suscetíveis a salinidade TERRES et al. (2004); BENITEZ et al. (2010). Correlação negativa com o CP1 foi mais proeminente para o DR. Neste parâmetro podemos destacar o genótipo 22 (BRS TALENTO) que possui em sua genealogia uma grande contribuição de genótipos tolerantes a seca, assim os valores negativos do CP 1 correspondem a um elevado valor de DR para este genótipo. O STI foi o que teve maior correlação ao CP 2, que representa 21,57% da variação total. Neste parâmetro podemos destacar o genótipo 13 (BR IRGA 411) por apresentar o maior valor de STI. Os genótipos 9 (BRS PELOTA), 10 (BR IRGA 413), 11 (BRS BOJURU) e 16 (IRGA 416) podem ser caracterizados como moderadamente tolerantes por se manterem mais próximos da origem do gráfico, ou seja, eles apresentam valores intermediários para os parâmetros utilizados neste estudo.

CONCLUSÃO

Os genótipos utilizados neste estudo apresentam respostas diferentes ao estresse salino. Os parâmetros empregados na avaliação são eficientes na caracterização da resposta a salinidade. Os genótipos BRS AGRISUL e BRS TAIM são sensíveis a salinidade.

Os genótipos BRS TALENTO e BR IRGA 411 são tolerantes a salinidade. BRS PELOTA, BR IRGA 413, BRS BOJURU e IRGA 416 são moderadamente tolerantes a salinidade.

AGRADECIMENTOS

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos, a Embrapa por fornecer os genótipos do estudo e a UFPel pelo aporte humano intelectual e pela infraestrutura para a condução dos trabalhos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALI, S. et al. Stress indices and selectable traits in SALTOL QTL introgressed rice genotypes for reproductive stage tolerance to sodicity and salinity stresses. **Field Crops Research**, v. 154, p. 65-73, 2013.
- BECKER, H. C. Correlations among some statistical measures of phenotypic stability. **Euphytica**, v. 30, p. 835-840, 1981.
- BENITEZ, Leticia Carvalho et al. Tolerância à salinidade avaliada em genótipos de arroz cultivados in vitro. **Revista Ceres**, v. 57, n. 03, p. 330-337, 2010.
- CASTRO, Emílio da Maia de et al., **BRS Talento**: Cultivar Semi-precoce de Arroz de Terras Altas. 2002. 2p.
- CONAB. **Levantamentos de safra**: 9º Levantamento grãos safra 2014/15. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 10 Junho. 2015.
- YATES, F.S.; COCHRAN, W.G. The analysis of groups of experiments. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.28, p.556-580. 1938.
- FAO. 2006. Food and Agriculture Organization . The state of food security in the world. FAO, Rome, Italy.
- FAO. 2010. Land And Plant Nutrition Management Service. Disponível em: <http://www.fao.org>
- FAOSTAT 2013, Food and Agriculture Organization of the United Nations, The statistics division. Disponível em:< <http://faostat.fao.org/#> >. Acesso em junho de 2015.
- FERNANDEZ, C. G. J. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress. Shanhua: AVRDC, 1993. p.257-270.
- FISHER. R. A.; MAURER, R. Drought resistance in spring wheat cultivars. I Grain yield responses. Australian Journal of Agricultural Research, Collingwood, v.29, n.5, p.897-907, 1978.
- LIN, C. S.; et al. Stability analysis. Where do we stand?. **Crop Science**, v 26, n. 5, p. 894-899, 1986.
- MUNNS R.; TESTER M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, vol. 59, p. 651–681. Jan. 2008.
- Programa Genes – Aplicativo computacional em genética e estatística. Versão 2015.5.0 disponível em www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm www.ufv.br/dbg/biodata.htm.
- RAMALHO M. A. P., et al. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Lavras: UFLA, 2012. 522p.
- SHABALA, S; MUNNS, R. Salinity stress: physiological constraints and adaptive mechanisms. In S Shabala, ed, **Plant Stress Physiology**. CAB International, Oxford, 2012, pp 59–93.
- SINGH RK; FLOWERS TJ. The physiology and molecular biology of the effects of salinity on rice. In **Handbook of Plant and Crop Stress** Third Edition edited by M. Pessarakli. Publisher: Taylor and Francis, Florida, USA. 2010. p899-939.
- TERRES, A. L. S.GOMES; FAGUNDES P. R. R; MACHADO, M. O.; MAGALHÃES JR., A. M. de.; NUNES, C. D. M.; Melhoramento genético e cultivares de arroz irrigado. in: **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, 899p.

ANÁLISE DE FATORES DE TRANSCRIÇÃO DIFERENCIALMENTE EXPRESSOS EM PLANTAS DE ARROZ SOB EXCESSO DE FERRO

Artur Teixeira de Araujo Junior¹; Marcelo Nogueira do Amaral²; Luis Willian Pacheco Arge³; Danyela de Cássia Oliveira⁴; Solange Ferreira da Silveira⁴; Daniel da Rosa Farias⁵; Railson Schreinert dos Santos⁵; Eugenia Jacira Bolacel Braga⁶; Luciano Carlos da Maia⁷; Antonio Costa de Oliveira⁷

Palavras-chave: RNA-seq, BRS Querência, transcriptoma

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.), cereal de grande importância econômica e social, não raramente tem sua produtividade comprometida por condições de toxidez por excesso de ferro, um estresse ocasionado por uma combinação de características edáficas e de cultivo (SAHARAWAT, 2004).

Dentro deste contexto é importante destacar que ao longo do tempo as plantas vêm desenvolvendo respostas moleculares dinâmicas para se adaptarem a estas tensões. Tais respostas permitem sua sobrevivência em condições ambientais nem sempre favoráveis. Neste processo adaptativo alguns genes, como os fatores de transcrição (FTs), os quais funcionam como reguladores de inúmeros outros genes, têm um importante papel o qual é relatado nos mais diversos estudos (KASUGA et al., 1999; NAKASHIMA et al., 2009).

Desta forma, entender quais FTs são diferencialmente expressos em plantas submetidas a estresses auxilia na identificação de genes responsáveis pelo aumento da tolerância a tal estresse e consequentemente o melhoramento genético. O presente estudo analisa genes putativos FTs diferencialmente expressos por plantas de arroz da cultivar BRS Querência submetida a toxidez por excesso de ferro.

MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de arroz cv. BRS Querência foram germinadas em câmara de crescimento durante sete dias com fotoperíodo de 16 horas e temperatura de 25±2 °C. Após esse período, as plântulas foram transferidas para bandejas plásticas contendo areia previamente lavada, e mantidas em casa de vegetação com irrigação alternada (intervalos de 2 dias) com solução nutritiva de Yoshida (YOSHIDA et al., 1976) e água. Ao atingirem o estágio de plântula (V3) foram submetidas a toxidez por excesso de ferro com solução nutritiva adicionada de 300 mg L⁻¹ de Fe⁺², conforme descrito por Elec et al. (2013), durante 24 horas. Plantas não tratadas foram mantidas apenas com solução nutritiva, sendo utilizadas como controle. Posteriormente, tecidos foliares foram coletados, congelados em nitrogênio líquido e armazenados à -80°C para posterior extração de RNA.

O RNA total foi extraído a partir de 100 mg de folhas utilizando *Plant RNA Reagent Purelink®*. Para o preparo das bibliotecas foi utilizado o kit *TruSeq RNA Sample Preparation v2* (Illumina®), seguindo as recomendações do fabricante. O sequenciamento das bibliotecas foi do tipo *paired-end* 2x100 (duas leituras de 100 pb) realizado na plataforma HiSeq 2500 (Illumina®).

Para a visualização e identificação da qualidade das *reads*, foi utilizado o programa FastQC Ver. 0.11.2 (ANDREWS, 2010). Já o Trimmomatic Ver. 0.32 (BOLGER et al., 2014) foi utilizado para a remoção das bases com baixa qualidade e dos adaptadores de cada biblioteca. Após, as *reads* foram mapeadas no genoma de referência de *Oryza sativa* cv. Nipponbare (IRGSP build 4.0) utilizando o programa TopHat 2.0.11 (TRAPNELL et al., 2009). Após o alinhamento, os genes diferencialmente expressos foram submetidos a análise de enriquecimento, utilizando o programa BLAST2GO Ver. 2.7.2, onde após a

¹Eng. de Bioprocesso e Biotecnologia, Estudante de Mestrado, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, E-mail: arturtaj@hotmail.com

²Biólogo, Estudante de Doutorado, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

³Tecn. em Agropecuária; Estudante de Doutorado, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

⁴Eng. Agr., Estudante de Doutorado, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

⁵Eng. Agr., Pós-Doutorado, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

⁶Professora Dep. de Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

⁷Professor Dep. de Fitotecnia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

anotação, os termos de ontologia genica (GOs) sobre-representados foram identificados utilizando o teste exato de Fisher ($p < 0,01$), corrigido pelo método FDR (*false discovery rate*) com $p < 0,05$ (CONESA et al., 2005). Além disso, para visualizar mudanças gerais no metabolismo relacionadas aos estresses, se utilizou o programa MapMan Ver. 3.5.1.R2 (THIMM et al., 2004), enquanto que a ferramenta PRIN (GU et al., 2011) foi utilizada para a visualização dos resultados da rede de interação proteína-proteína

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 31 putativos FTs expressos diferencialmente (Figura 01, letra A). Sendo que 13 destes foram induzidos (com intervalo de *fold-change* de 0,4056 para o gene Os03t0284400 à 1,3911 para o gene Os03g0764600) e 18 reprimidos (com intervalo de -1,252 para Os05g0429900 à -0,388 para Os06g0603000). Quando analisadas as famílias dessas proteínas a que obteve maior frequência foi a MYB, com quatro proteínas, seguida pela família bZIP, CCT e AP2, todas com duas proteínas cada. Recentes estudos confirmam resultados obtidos, comprovando que as famílias MYB, bZIP, CCT AP2 estão diretamente envolvidas não só na regulação de processos de desenvolvimento da planta, mas também em mecanismos de resposta a vários tipos de estresses bióticos e abióticos (KATIYAR et al., 2012; RASHID et al., 2012; NIJHAWAN et al., 2008).

A análise de ontologia desses genes demonstra que os principais processos aos quais eles parecem estar atrelados são os de regulação de transcrição (22 ocorrências) e de regulação positiva da transcrição (oito ocorrências). Na classificação quanto a componente celular temos localização no núcleo e no cloroplasto, foram os locais de maior incidência. Já em relação às principais possíveis funções temos que as mais frequentes foram para a ligação ao DNA (24 ocorrências) e, posteriormente, para ligação em proteínas (14 ocorrências), duas atividades típicas de FTs.

Verificando uma possível interação proteína-proteína observou que existem dados de cinco proteínas diferencialmente expressas do experimento que possuem a função fatores de transcrição realizam sete correlação de coexpressão (Tabela 01), tendo uma variação da coexpressão de -0,1169 até 0,7147. Analisando as diferentes rotas metabólicas nas quais estas proteínas parecem estar envolvidas, conseguimos desenvolver uma rede de coexpressão de metabolismo (Figura 01, letra C). Nesta mesma figura se verifica que nesse experimento os genes do metabolismo de lipídeos e do nitrogênio apresentam coexpressão negativa com o os fatores de transcrição, enquanto estes mesmos FTs apresentam coexpressão positiva com genes relacionados ao transporte de proteínas e de sinalização celular. Além disso, existe a presença de uma proteína a qual não tem papel reconhecido ou predito no metabolismo. Esta proteína apresenta coexpressão positiva com os FTs, merecendo uma maior atenção.

Tabela 01. Resultados encontrados para a análise de co-expressão gênica envolvendo FTs diferencialmente expressos em arroz sob estresse por excesso de ferro.

Genes coexpressos	Intensidade da coexpressão
Os09g0277800 - Os03g0284400*	-0,1169
Os01g0757900 - Os03g0284400*	-0,0434
Os01g0535900 - Os03g0284400*	0,4463
Os03g0332700* - Os01g0127300	0,7068
Os02g0618200* - Os11g0157600*	0,7147
Os03g0179000* - Os01g0772700	0,126
Os03g0179000* - Os01g0834500	0,3569

*Fator de transcrição putativo.

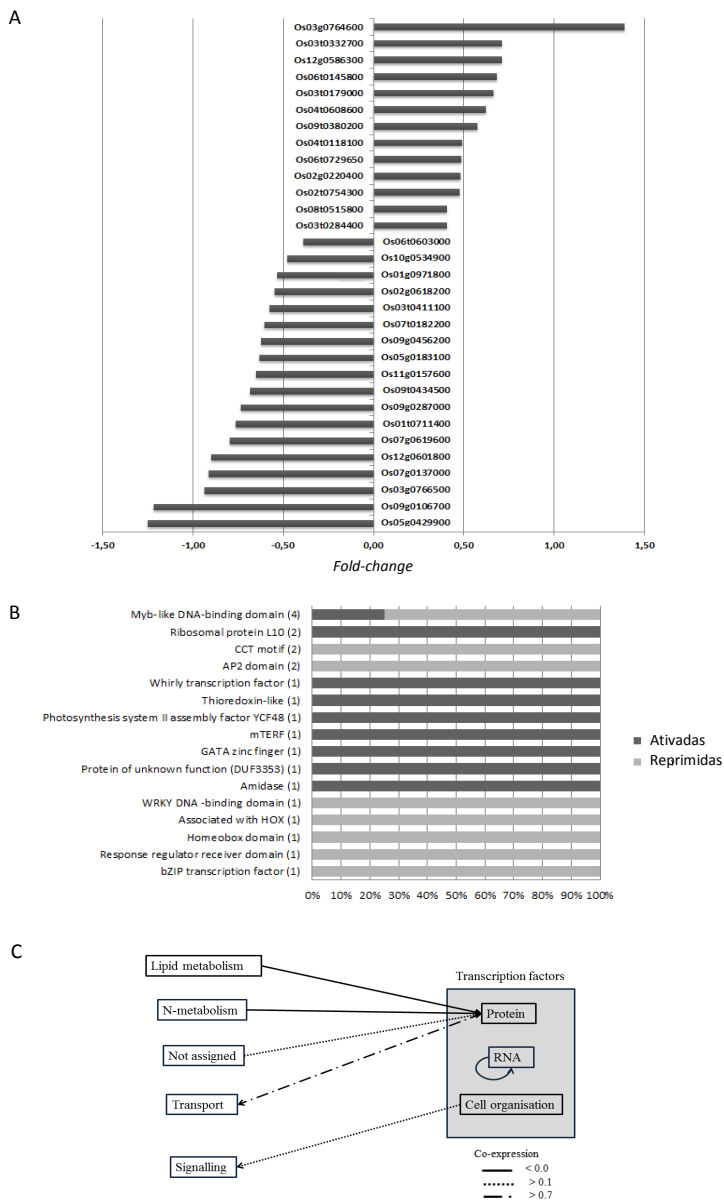


Figura 01. Análise dos fatores de transcrição diferencialmente expressos. A) *Fold-change* dos genes. B) Motivos encontrados nos diferentes fatores de transcrição diferencialmente expressos, tendo em parênteses a ocorrência total desses motivos. C) Rede de coexpressão de metabolismo.

CONCLUSÃO

A compreensão da resposta transcricional inicial de uma planta tolerante a um determinado estresse é fundamental para entender os mecanismos de adaptação a estresses, ajudando na identificação de segmentos de DNA potencialmente úteis para engenharia genética e desenvolvimento de marcadores. Neste experimento o gene Os03g0764600 teve maior expressão diferenciada positivamente, sendo importante entender as possíveis alterações provocadas por esse gene devido sua alta expressão. Quando analisamos os bancos de dados do programa PRIN não encontramos coexpressão desse gene, sendo este, outro fator para procurar realizar mais estudos sobre esse gene.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREWS, S. FastQC. A quality control tool for high throughput sequence data. **Babraham Bioinformatics**. Acessado em: 16 de junho de 2015. Online. Disponível em: <http://www.bioinformatics.babraham.ac.uk/projects/fastqc>
- BOLGER, A. M. et al. Trimmomatic: a flexible trimmer for Illumina sequence data. **Bioinformatics**, Reino Unido, v.30, n.15, p.2114-2120, 2014.
- Conesa A. et al. Blast2GO: a universal tool for annotation, visualization and analysis in functional genomics research. **Bioinformatics**.21:3674-76; 2005.
- ELEC V. et al. Maintaining elevated Fe²⁺ concentration in solution culture for the development of a rapid and repeatable screening technique for iron toxicity tolerance in rice (*Oryza sativa* L.). **Plant Soil**.372:253-64; 2013.
- GU H.B. et al. PRIN: a predicted rice interactome network. **BMC Bioinformatics**, 2011.
- KASUGA, M. et al. Improving plant drought, salt, and freezing tolerance by gene transfer of a single stress-inducible transcription factor. **NatBiotechnol**. 17: 287–291; 1999.
- KATIYAR, A. Genome-wide classification and expression analysis of MYB transcription factor families in rice and Arabidopsis. **BMC Genomics**. Oct 10;13:544, 2012.
- NAKASHIMA, K. et al. Transcriptional regulatory networks in response to abiotic stresses in Arabidopsis and grasses, **Plant Physiol**. 149, 88–95, 2009.
- NIJHAWAN, A. et al. Genomic Survey and Gene Expression Analysis of the Basic Leucine Zipper Transcription Factor Family in Rice. **Plant Physiology**. vol. 146, n. 2 333-50, 2008.
- RASHID, M. et al. AP2/ERF Transcription Factor in Rice: Genome-Wide canvas and syntenic Relationships between Monocots and eudicots. **Evolutionary Bioinformatics**. 8 321–355; 2012.
- SAHRAWAT, K.L. Iron toxicity in Wetland rice and role of other nutrients. **Journal of Plant Nutrition**, v.27, p.1471-1504; 2004.
- THIMM O. et al. MAPMAN: a user-driven tool to display genomics data sets onto diagrams of metabolic pathways and other biological processes. **Plant J**.37:914-39; 2004.
- TRAPNELL, C. et al. TopHat: discovering splice junctions with RNA-Seq. **Bioinformatics**, Reino Unido, v. 25, n. 9, p. 1105-1111, 2009.
- YOSHIDA, S. et al. Laboratory manual for physiological studies of rice. **The Philippines: International Rice Research Institute (IRRI)**,3v, 1972.

Análise de genes candidatos a gene de referência para estudos de expressão gênica em arroz sobre estresse por excesso de ferro

Fabiane Igansi de Castro dos Santos¹; Naciele Marini²; Marcio Alves-Ferreira³; Antonio Costa de Oliveira⁴; Vivian Ebeling Viana⁵; Ariadne Henriques⁶

Palavras-chave: (RT-qPCR, gene constitutivo, *Oryza sativa* L, estresse abiótico, toxidez por ferro)

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos alimentos mais importantes da dieta do ser humano, servindo como alimento básico para mais da metade da população mundial (IRRI, 2014). Nos últimos anos apresentou um aumento significativo na produção, atingindo no Brasil aproximadamente 12 milhões de toneladas na safra 2013/14, destacando o estado do Rio Grande do Sul como maior produtor, com uma produção de aproximadamente 8.000 milhões de toneladas (CONAB, 2014), no entanto diversos fatores limitam a produção mundial de arroz, onde podemos destacar os estresses bióticos e abióticos como responsáveis por grande parte da redução da produtividade e da qualidade da produção agrícola (SANTOS, 2012).

Entre os estresses abióticos a toxidez por ferro é um dos mais importantes (DOBERMANN, 2000), podendo levar a perdas consideráveis na produção, dependendo do nível da toxidez e da tolerância das cultivares de arroz (BENCKISER, 1982). No Brasil essas perdas podem reduzir em até 80% a produção (BACHA, 1993). A inundação do solo, como requer o sistema irrigado, somado à principal característica de solos do tipo hidromórfico, com drenagem natural deficiente, torna o ambiente hipóxico ocasionando alterações no pH, promovendo a redução de óxidos férricos (Fe^{3+}) a óxidos ferrosos (Fe^{2+}), com conseqüente elevação da solubilidade e disponibilidade do ion, podendo acarretar em graves problemas de toxidez para as plantas de arroz cultivadas neste ambiente (SCHMIDT, 2013).

Os estudos sobre a expressão dos genes envolvidos neste estresse podem contribuir para um melhor entendimento dos mecanismos das plantas submetidas ao excesso de ferro e também poderá fornecer ferramentas para que estas informações sejam utilizadas em programas de melhoramento, para isso a técnica de RT-qPCR (*Quantitative reverse-transcriptase polymerase chain reaction*) vem sendo destacada como uma das mais importantes ferramentas da era genômica, utilizada em análises para a quantificação da expressão de mRNA (VANGUILDER, 2008). Esta abordagem compara padrões de transcrição gênica em diferentes situações experimentais, no sentido de identificar caminhos moleculares envolvidos em uma infinidade de processos (PONTON, 2011).

Um dos requisitos para ensaios de RT-qPCR confiáveis é a normalização dos níveis de expressão de genes alvo (PFAFFL, 2004). Os níveis de expressão destes genes alvo são calculados com base em controles endógenos. Sendo assim, o primeiro passo, para estudos de expressão de genes realizados com RT-qPCR, é selecionar e validar os genes de referência para normalizar os diferentes níveis de genes alvo. Estes genes de referência são usados para controlar as variações na quantidade e qualidade do RNA (PONTON, 2011) e deve ser expresso em nível constante em diferentes condições, tais como estádios de desenvolvimento ou tipos de tecidos.

1 Msc. em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Caixa Postal 354, E-mail: santosfic@hotmail.com

2 Dra em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas.

3 Prof. Dr. em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

4 Prof. PhD. em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas.

5 Msc. em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas.

6 Dra em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Pelotas.

Estudos anteriores demonstraram que resultados imprecisos podem ocorrer quando genes de referência são arbitrariamente utilizados para normalização interna, tornando importante o estudo de genes de referência (MATTA, 2011), pois não foram encontrados trabalhos validando estes genes de referência para estudos de expressão gênica em plantas de arroz sobre estresse por excesso de ferro. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade da expressão de cinco candidatos a genes de referência para serem utilizados na normalização da expressão de genes alvo responsivos ao estresse por excesso de ferro em tecidos de parte aérea de cultivares de arroz contrastantes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório do Centro de Genômica e Fitomelhoramento, da Universidade Federal de Pelotas (UFPeL). Foram utilizadas sementes de arroz irrigado das cultivares Nipponbare (subespécie *japonica*), BR Irga 409 e Epagri 108 (subespécie *indica*), estas foram alocadas em caixas *gerbox* com papel *germitest* e colocadas para germinar em câmara de germinação (B.O.D.) a 25°C, fotoperíodo de 16 horas/8 horas (luz/escuro) e umidade relativa de 100% por sete dias, seguindo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). O delineamento experimental utilizado foi completamente casualizado com três repetições, sendo cada unidade experimental composta por cinco plântulas.

Para a indução de estresse por ferro, plântulas uniformes foram transferidas para recipiente com capacidade para 4L contendo solução nutritiva de YOSHIDA (1976) e acondicionados em tanque hidropônico, com água a uma temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, com fotoperíodo de 16 horas e aeração permanente. A solução nutritiva foi trocada a cada sete dias. O pH foi aferido e mantido com MES monohydrate: 2-(N-Morpholino) ethanesulfonic acid hydrate. Após 14 dias, foi feita a primeira coleta da parte aérea das plântulas no tratamento controle (sem estresse). Ao restante dos recipientes as plântulas foram submetidas ao estresse por excesso de ferro, com solução nutritiva padrão mais 500mg de sulfato de ferro e permaneceram sob estas condições por 12, 24 e 36 horas, até a coleta. O pH foi aferido e mantido com MES monohydrate: 2-(N-Morpholino) ethanesulfonic acid hydrate. As amostras coletadas foram acondicionadas em ultra freezer a -80°C até a extração de RNA.

As extrações de RNA foram realizadas em triplicatas biológicas de acordo com o protocolo do reagente TRIzol® (Invitrogen, Califórnia, USA). O cDNA foi obtido utilizando o kit SuperScript™III First-Strand System for qRT-PCR (Invitrogen™). Foram escolhidos cinco genes a partir de trabalhos anteriores. Os iniciadores foram desenhados através do programa Applied Biosystems Primer Express®. Os dados de expressão do gene constitutivo. As medidas dos produtos de amplificação foram realizadas pela incorporação do marcador fluorescente SYBR Green na dupla fita de DNA.

Para avaliação da eficiência do iniciador foi utilizado o programa online *Real-time PCR Miner* (ZHAO, 2005), que estima para cada gene os valores de eficiência das amplificações e o ponto de corte CT (*Cycle threshold*) sem a necessidade de uma curva padrão a partir de um algoritmo de regressão não linear.

Os valores de CT gerados pelo *Miner* foram utilizados no programa *qBase*, versão v 1.3.5 (HELLEMANS, 2007) que emprega o modelo de quantificação relativa ΔCT para transformar o valor de expressão em valores relativos não-normalizados, corrigidos pela eficiência da PCR através da fórmula $Q = E^{-\Delta\text{CT}}$, onde E é a eficiência do gene e ΔCT é a amostra com menor valor de expressão menos o valor de expressão em questão. Os resultados foram submetidos ao programa *geNorm* que classifica os melhores genes constitutivos, baseado em algoritmos diferentes que utilizam como informação a análise CT (*Cycle threshold*) dos genes no tecido e nos diferentes grupos em três replicatas biológicas e a eficiência do iniciador em cada amostra biológica (ANDERSEN, 2004). Com esta análise

identificamos os genes que apresentam a menor variação quanto ao número de transcritos em cada tecido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As eficiências (E) obtidas dos iniciadores com os valores recomendados, indicando que ao final de cada ciclo da qPCR, a quantidade de transcritos é duplicada, com variação de aproximadamente 10%, não interferindo nos resultados obtidos.

Quando analisadas as respostas referentes a estabilidade dos genes de referência para a parte aérea de cultivares de arroz *Japonica* e *indica*, o programa geNorm indicou que dois genes obtiveram os valores mais estáveis, sendo eles, P2 (*Os01t0252200-01*) e P11 (*GAPDH*) (Figura 1). Sendo que P2 (0.806) obteve o menor valor de estabilidade, embora os demais genes também tenham apresentado valores menores que a média que é de 1.5M.

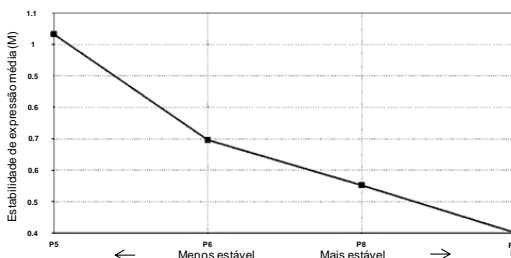


Figura 1. Resultados referentes as análises de estabilidade de expressão dos genes de referência na parte aérea de arroz. Classificação da estabilidade de expressão dos genes de referência para tecidos de parte aérea de arroz das subespécies *indica* e *japonica* pelo algoritmo geNorm. No eixo y: valor de estabilidade M e no eixo x: genes testados ordenados do menos estável para o mais estável. Dados gerados pelo algoritmo geNorm.

A importância deste estudo se eleva a partir de que resultados duvidosos podem ser encontrados quando genes alvo são normalizados contra genes de referência que não apresentam estabilidade e quando este não são validados (DERVEAUX, 2010). Os genes P2 (*Os01t0252200-01*) e P11 (*GAPDH*) ganham maior destaque como genes com expressão mais estável devido ser recomendada a utilização de dois ou mais genes estáveis como controles internos para a normalização (ARTICO, 2010).

CONCLUSÃO

Os genes P11 (*GAPDH*), e P2 (*Os01t0252200-01*) são indicados como melhores genes de referência pelo programa geNorm para estudos de expressão de genes submetidos ao estresse por ferro em tecidos de parte aérea de plântulas de arroz pertencentes as subespécies *indica* e *japonica*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSEN CLJJ, ORNTOT TF: Normalization of real-time quantitative reverse transcription-PCR data: A model-based variance estimation approach to identify genes suited for normalization, applied to bladder and colon cancer data sets. **Cancer Research** 64:5245-5250, 2004.

ARTICO S, NARDELI SM, BRILHANTE O, GROSSI-DE-SA MF, FERREIRA MA: Identification and evaluation of new reference genes in *Gossypium hirsutum* for accurate normalization of real-time quantitative RT-PCR data. **BMC Plant Biology**, p. 10-12, 2010.

BACHA, R: **Avaliação de linhagens e cultivares de arroz irrigado para condições adversas de solo: toxidez por ferro**. 19, 1993. In: Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, Balneário Camboriú. Anais. Florianópolis: EMPASC, p.156-159, 1993.

BENCKISER G, OTTOW JCG, SANTIAGO S, WATANABE I: Physiochemical characterization of iron-toxic soils in some Asian countries. IRRI research paper series 85. **The International Rice Research Institute**, Los Banos, The Philippines. 1982.

CONAB: **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 02 de novembro de 2014.

DERVEAUX S, VANDERSOMPELE J, HELLEMANS J: How to do successful gene expression analysis using real-time PCR. **Methods**; 50:227–230, 2010.

DOBERMANN A, FAIRHURST TH: RICE: Nutrient disorders and nutrient management. The International Rice **Research Institute, Manila, The Philippines**, p.191, 2000.

HELLEMANS J, MORTIER G, DE PAEPE A, SPELEMAN F, VANDESOMPELE J: qBase relative quantification framework and software for management and automated analysis of real-time quantitative PCR data. **Genome Biology**; v. 8, p.R19, 2007.

IRRI - **The International Rice Research Institute**. Disponível em <http://irri.org/>. Acesso em 02 de Junho de 2014.

MATTA BP, BITNER-MATHÉ BC, ALVES-FM: **Development Genes and Evolution** May;221(1):49-57. Epub 2011; Apr 21, 2011.

PFAFFL MW, TICHOPAD A, PRGOMET C, NEUVIANS TP: Determinação de genes de limpeza estáveis, genes-alvo regulados diferencialmente e integridade da amostra: ferramenta de Excel baseado Bestkeeper usando pair-wise correlações. **Biotechnol Lett** 26. 509-515, 2014.

PONTON F, CHAPUIS MP, PERNICE M, SWORD GA, SIMPSON SJJ: **Insect Physiology**, 57 (6) : 840 - 50, 2011.

RATERING S, SCHNELL S: Localization of iron-reducing activity in paddy soil by profile studies. **Biogeochemistry**, v. 48, p.341–365, 2000.

SANTOS RS, **Regulação Transcricional e Epigenética de ERFs em Arroz Sob Estresse Abiótico**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Pós Graduação em Biotecnologia; De 2012.

SCHMIDT F, FORTES MÂ, WESZ J, BUSS GL, SOUSA RO: Impacto de manejo da água na toxidez por ferro no arroz irrigado por alagamento, Química do solo, Comissão 2.4, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p. 1226-1235, 2013.

VANGUILDER HD, VRANA KE, FREEMAN WM: Twenty-five years of quantitative PCR for gene expression analysis. **Biotechniques**, 44, 619–626, 2008.

YOSHIDA S, FORNO DA, COCK JH, GOMEZ KA: **Laboratory manual for physiological studies of rice**. Los Baños, IRRI, 1976.

ZHAO S, FERNALD RD: Comprehensive algorithm for quantitative real-time polymerase chain reaction **Journal of Computational Biology**, v.12, p. 1047-1064, 2005.

ANÁLISE GENÔMICA COMPARATIVA DE GENES *bZIP* ENTRE ARROZ E ARABIDOPSIS

Ariadne Ribeiro Henriques¹, Fabiane Igansi de Castro dos Santos², Vívia Ebeling Viana³, Luciano Carlos da Maia⁴, Antonio Costa de Oliveira⁵

Palavras-chave: zinco, fatores de transcrição, análise *in silico*

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.), um dos cereais mais cultivados no mundo, é o alimento básico e principal fonte de calorias dos países em desenvolvimento (FAO, 2015). O Brasil produz cerca de 12 milhões de toneladas/ano de arroz, sendo a região Sul responsável por 67% desta produção, movimentando milhões de dólares ao ano e gerando grande contribuição para o desempenho econômico brasileiro (CONAB, 2015). Entretanto, a produtividade desta cultura é limitada por diversos fatores bióticos e abióticos tais como a deficiência nutricional dos solos.

Atualmente, a deficiência de zinco é reconhecida como um dos principais desafios globais para a saúde pública e para agricultura do século 21 (PFEIFFER e MCCLAFFERTY, 2007). Segundo Fungetto et al (2010) este é um dos micronutrientes cuja deficiência mais tem limitado a produção das culturas no Brasil. Na cultura do arroz o cultivo sucessivo, devido à sistematização e o alagamento, a acidez do solo, o uso de fertilizantes altamente concentrados e de cultivares nutricionalmente exigentes, vem contribuindo para diminuição da biodisponibilidade de zinco nos solos (MARCHESAN et al., 2001; SILVA et al., 2003). A baixa biodisponibilidade desse nutriente limita a absorção de zinco pelas plantas levando a um inadequado funcionamento de muitas funções fisiológicas essenciais nas células que resulta em significativas reduções no crescimento, na produtividade e no teor de zinco dos grãos (HENRIQUES et al., 2012). Para enfrentar a baixa biodisponibilidade de zinco, as plantas aumentam a expressão de vários genes envolvidos na homeostase deste metal visando à manutenção da homeostase celular.

Muitos ajustamentos fisiológicos e moleculares associados com respostas a estresses em plantas são controladas a nível transcricional. Desta maneira, a aplicação de técnicas biotecnológicas para a utilização de recursos genéticos de plantas e exploração dos genes com intuito de conseguir cultivares com melhor conteúdo e/ou tolerância à deficiência de zinco é uma abordagem eficaz que pode ajudar a desvendar a complexa rede de homeostase de zinco em plantas, além de contribuir para minimizar severas perdas a nível mundial e aliviar o problema de desnutrição em seres humanos. Assunção et al (2010) descobriram os primeiros fatores de transcrição envolvidos na homeostase de zinco em plantas, o *bZIP19* e *bZIP23*. Ensaios realizados com *Arabidopsis thaliana* mostraram que o aumento da expressão controlada desses fatores de transcrição tem sido muito eficaz no aumento da tolerância à deficiência de zinco em *Arabidopsis* (ASSUNÇÃO et al., 2013). Assim, conhecendo que os fatores de transcrição *bZIP19* e *bZIP23* e seus genes alvos são conservados no reino vegetal (ASSUNÇÃO et al., 2010) uma abordagem abrangente *in silico* para identificar as relações existentes entre *Oryza sativa* e *Arabidopsis thaliana* é potencialmente promissora. Portanto, este trabalho teve como objetivo identificar e realizar uma análise comparativa e funcional dos genes *bZIP19* e *bZIP23* no genoma de arroz utilizando como referência o genoma de *A. thaliana*.

1 Dra. em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Pelotas, caixa postal 354, e-mail: ariadnehenriques@yahoo.com.br

2 Msc. em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas.

3 Msc. em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas.

4 Prof. Dr. em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas.

5 Prof. PhD. em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas.

MATERIAL E MÉTODOS

Com o objetivo de identificar sequências homólogas, os genes *bZIP19* e *bZIP23* de *Arabidopsis thaliana* selecionados no banco de dados TAIR - The Arabidopsis Information Resource – (<http://www.arabidopsis.org/>) foram usados para buscar homólogos em *Oryza sativa* no banco de dados Phytozome (<http://www.phytozome.net/>) através da ferramenta Blastp e parâmetros default, sendo as sequências redundantes manualmente descartadas. As sequências de proteínas encontradas foram analisadas no banco de dados de famílias proteicas PFAM (<http://pfam.xfam.org/>) que inclui as anotações e os alinhamentos de sequências proteicas geradas a partir do modelo Hidden Markov (HMM). Com o intuito de aumentar a confiabilidade nas sequências selecionadas foi realizado um alinhamento domínio versus proteína no programa Blast2seq (www.ncbi.nlm.nih.gov/blast/bl2seq/wblast2.cgi) sendo que como “query” foi utilizado a sequência consenso do domínio do *AtbZIP19* identificada através do banco de dados Pfam e com “subject” foram inseridos, uma a uma, as sequências de proteínas previamente encontradas. Por meio do Blast2seq foi analisada a identidade, a cobertura e o e-value das sequências.

As sequências de proteínas putativas bZIPs de *Arabidopsis* e arroz serviram como entrada para a análise de motivos conservados realizada com MEME (<http://meme.sdsc.edu/meme/meme.html>) versão 6.0. A largura máxima de um motivo foi ajustada para 50 e o número máximo de motivos foi ajustado para três, os outros parâmetros foram utilizados como padrão. Para corroborar os resultados, uma árvore filogenética foi construída a partir das proteínas ortólogas *bZIP19/bZIP23* preditas. O alinhamento de sequências múltiplas ocorreu através da ferramenta CLUSTALW do MEGA ver. 6.0. e foi realizado através da matriz PAM e o método Neighbor Joining. Os pontos de ramificação foram testados para significância por bootstrapping com 1000 repetições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas dez sequências potencialmente homólogas, entretanto a maioria das sequências apresentou similaridade menor que 70%, não sendo confiáveis para inferir relações funcionais e evolutivas entre as sequências. Para aumentar a confiabilidade um novo alinhamento, domínio versus proteína, foi realizado no programa Blast2seq.

Os domínios proteicos são considerados as unidades funcionais das proteínas, pois em geral estão associados a uma função (LESK, 2008). Os domínios, que são a parte conservada de uma determinada sequência de proteína, podem funcionar e existir independentemente do resto da cadeia proteica servindo de base para geração de novas sequências pela natureza. Os fatores de transcrição *AtbZIP19/ AtbZIP23* possuem um domínio conservado bZIP, região básica zipper de leucina, em todas Magnoliophytas (ASSUNÇÃO et al., 2010). Desta maneira, através do PFAM foi possível confirmar a presença da família *bZIP2* (Basic Leucine Zipper), domínio identificado por Pfam 7716, em seis das dez sequências selecionadas previamente no banco de dados do Phytozome. Através do alinhamento domínio versus proteína no programa Blast2seq foi possível notar que três das seis sequências apresentaram alta similaridade e identidade (acima > 70%), boa cobertura (100-83%) e e-value, indicando que as sequências não foram emparelhadas ao acaso podendo portanto serem sequências ortólogas exercendo entre si funções similares (Tab.1).

Tabela 1. Similaridade, cobertura e e-value das sequências de aminoácidos deduzidos de aminoácido bZIP23/bZIP19 de *Arabidopsis thaliana*.

Espécie	Sequence ID	Cobertura	Similaridade	e-value
<i>Arabidopsis thaliana</i>	AT2G16770.1 (bZIP23)	100	85	9e-29
<i>Arabidopsis thaliana</i>	AT4G35040.1 (bZIP19)	100	89	8e-40
<i>Arabidopsis thaliana</i>	AT3G51960.1 (bZIP24)	96	62	1e-18
<i>Oryza sativa</i>	LOC_Os06g50310.1 E2F bZIP48	96	77	2e-25
<i>Oryza sativa</i>	LOC_Os05g41540.1	94	78	5e-25
<i>Oryza sativa</i>	LOC_Os01g58760.1	94	71	3 e-23

Os fatores de transcrição *bZIP19* e *bZIP23* de *Arabidopsis thaliana* pertencem ao grupo F dos bZIPs que possuem 2 motivos característicos ricos em histidina (CysHis-motifs) na região básica N-terminal localizados entre a posição 55-68 e 71-81. Assunção et al (2013), sugerem que estes motivos participam da homeostase de zinco funcionando como sensores celulares de zinco sendo portanto, uma característica de grande importância. Das três sequências apenas duas, LOC_Os06g50310.1 e LOC_Os05g41540.1, apresentaramos motivos ricos em histina, conforme desejado. Estes estão localizados na sequência logo do motivo 3 (Fig. 1) e apresentaram um nível alto de conservação. A Sequência proteica LOC_Os01g58760.1, que não apresentou motivos conservados Cys-His, foi descartada.



Figura 1 – Sequência logo de domínios conservados das proteínas de arroz preditas de aminoácido bZIP23/bZIP19 de *Arabidopsis thaliana*.

Para corroborar os resultados, uma árvore filogenética foi construída a partir das proteínas ortólogas *bZIP19/ bZIP23* preditas. Através da filogenia é possível inferir grupos ortólogos e explorar a relação evolucionária entre as proteínas bZIP. A árvore filogenética ficou agrupada em dois grupos estáveis (Fig. 2). No primeiro grupo ficou agrupada a sequência LOC_Os06g50310, mais próximas de *AtbZIP19* e *AtbZIP23* e no segundo grupo ficou agrupada a proteína LOC_Os05g41540 com maior proximidade com a sequência *AtbZIP24* cujo é um fator de transcrição também pertencente ao grupo F dos bZIP porém o mesmo não parece estar envolvido na homeostase de zinco mas com estresse salino (Assunção et al, 2010).

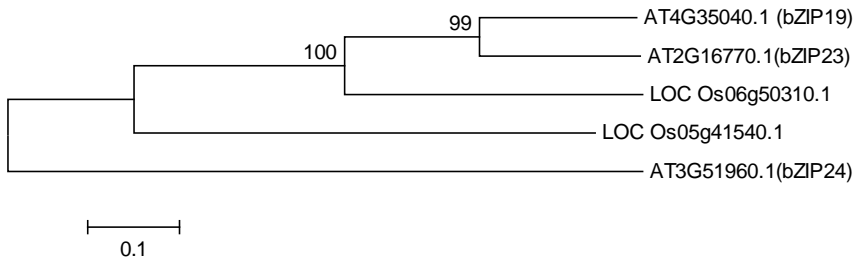


Figure 2. Relação evolucionária de Taxa

CONCLUSÃO

Baseado na premissa que sequências com alta identidade tendem a apresentar estruturas parecidas e, por conseguinte funções biológicas similares, existe grande possibilidade do gene LOC_Os06g50310.1 estar envolvido na regulação da homeostase de zinco em plantas assim como AtbZIP19 e AtbZIP23, possibilitando através de técnicas biotecnológicas auxiliar o desenvolvimento de cultivares tolerantes a deficiência de zinco e que possam crescer em ambientes com baixa disponibilidade de zinco sem grandes penalidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSUNÇÃO, A. G. L. et al. Model of how plants sense zinc deficiency. **Metallomics**, v.5, n.(9), p. 1110 -1116, 2013.
- ASSUNÇÃO, A. G. L. et al. Arabidopsis thaliana transcription factors bZIP19 and bZIP23 regulate the adaptation to zinc deficiency. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.107, p.10296-10301, 2010.
- CONAB. **Levantamentos de safra**: 2º Levantamento grãos safra 2014/15. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&ordem=criterioSafra1>>. Acesso em: 21 jun. 2015.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **Rice in the World**. Disponível em <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 09 fev. 2015.
- FUNGUETTO, C. et al. Desempenho de sementes de arroz irrigado recobertas com zinco. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 117-123, 2010.
- HENRIQUES, A. R. et al. Strategies to increase zinc deficiency tolerance and homeostasis in plants. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.24, n.1, p. 3-8, 2012.
- LESK, A. (Ed.). **Introdução a Bioinformática**. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- MARCHESAN, E. et al. Adubação foliar com micronutrientes em arroz irrigado, em área sistematizada. **Ciência Rural**, v.31, n.6, p.969-972, 2001.
- PFEIFFER, W. H.; MCCLAFFERTY, B. In: KANG, M.S.; PRIYADARSHAN, P.M. (Eds.). **Breeding major food staples for the 21st century**. Oxford, Blackwell Scientific, 2007. p. 61-91.
- SILVA, L.S. et al. Alterações nos teores de nutrientes em dois solos alagados, com e sem plantas de arroz. **Ciência Rural**, v.33, n.3, p.487-490, 2003.

AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO EM DIFERENTES REGIÕES CLIMÁTICAS

João Rodrigo de Castro¹, Santiago Viana Cuadra², Alexandre Bryan Heineman³, Silvio Steinmetz⁴,
Luciana Barros Pinto⁵, João Marcelo Hoffman⁶, Renã Araújo⁷

Palavras - chave: *Oryza sativa*, produtividade, adaptabilidade

INTRODUÇÃO

Os fatores que mais afetam a produtividade, e consequentemente a produção do arroz irrigado, variam de acordo com a região produtora. As produtividades de arroz no RS são seriamente afetadas por fatores ambientais, como a ocorrência de temperaturas do ar inferiores a 15°C durante a fase reprodutiva e, também, pelo aporte insuficiente de radiação solar global (STEINMETZ et al., 2013). Já nas áreas tropicais, a influência de altas temperaturas da água de irrigação pode afetar a produtividade destas regiões (GUIMARÃES et al., 2006). Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptabilidade e produtividade da cultivar BRS Jaçanã (ciclo precoce) em clima temperado e, igualmente, verificar a adaptabilidade e desempenho das cultivares BRS Pampa (ciclo precoce) e BRS 7 Taim (ciclo médio) nas condições de clima tropical.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos no ano agrícola 2014/2015, em Brazabrantes-GO, no campo experimental do CNPAF (Centro Nacional de Pesquisa em Arroz e Feijão) para arroz irrigado, com solo do tipo Gleissolo Atílico e, em Capão do Leão – RS, na estação experimental de terras baixas (ETB) do CPACT (Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado), com solo Planossolo Háplico Eutrófico, onde foram semeadas as cultivares BRS Jaçanã, BRS Pampa e BRS 7 Taim.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados com 4 repetições. Em Brazabrantes, as sementes foram semeadas em bandeja e transplantadas no campo após 20 dias após a emergência (DAE), sendo o número de plantas.m⁻¹ de 17 e, o espaçamento entre linhas de 0,30 m. Já, em Capão do Leão foi realizado a semeadura direta, com espaçamento de 0,20 m, e densidade de semeadura de 0,011kg /m².

Para as amostragens foram colhidos 0,5 m linear de plantas, rente ao solo, em cada uma das 4 repetições para as 3 cultivares avaliadas. Para obtenção das medidas de biomassa foram considerados 10% do peso total de cada amostra.

Para acompanhamento das condições meteorológicas durante os experimentos, foram utilizados dados de estações automáticas localizadas próximas às áreas experimentais, onde foram avaliadas as variações de Radiação Global (Rs) e as temperaturas máxima e mínima (Tmax e Tmin) durante o ciclo da cultura.

Foram contabilizadas as seguintes medidas: Índice de Área Foliar (IAF), considerando apenas as partes verdes das folhas, massa seca total (MST), massa seca das panículas (MSP), produtividade média de grãos e esterilidade de espiguetas (expressa em porcentagem de grãos cheios).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ensaio realizado em GO (Figura 1a) se observa que durante o período reprodutivo as cultivares foram expostas a condições de radiação solar pouco favoráveis e, ainda

^{1,6,7} Meteorologista, Bolsista Laboratório de Agrometeorologia Embrapa Clima Temperado, BR 392, km

78, Pelotas – RS, email: joaorodrigo2005@gmail.com¹

^{2,3} Doutor, Pesquisador Embrapa Clima Temperado

⁴ Doutor, Pesquisador Embrapa Arroz e Feijão

⁵ Doutora, Prof^a. Faculdade de Meteorologia – Universidade Federal de Pelotas-RS

alguns dias com temperatura mínima próxima a 15°C e máximas ultrapassando os 35°C. Destaca-se o período entre os dias 19/01 e 17/02 onde o baixo índice de radiação solar coincide com o período entre a floração e a maturação fisiológica das 3 cultivares, podendo este fator ter limitado o enchimento dos grãos da cultivar BRS 7 Taim, como será exposto à seguir.

Observa-se pela Figura 1b que no ensaio realizado no RS o número de dias onde a incidência de radiação solar global foi baixa, onde no período entre a floração e a maturação das culturas (08/01 à 05/03/15) houve a ocorrência de sucessivos dias com baixo aporte de radiação solar, variou entre 5 e 15 MJm⁻²dia⁻¹, o que pode ter comprometido o rendimento das cultivares, em especial a cultivar BRS Pampa.

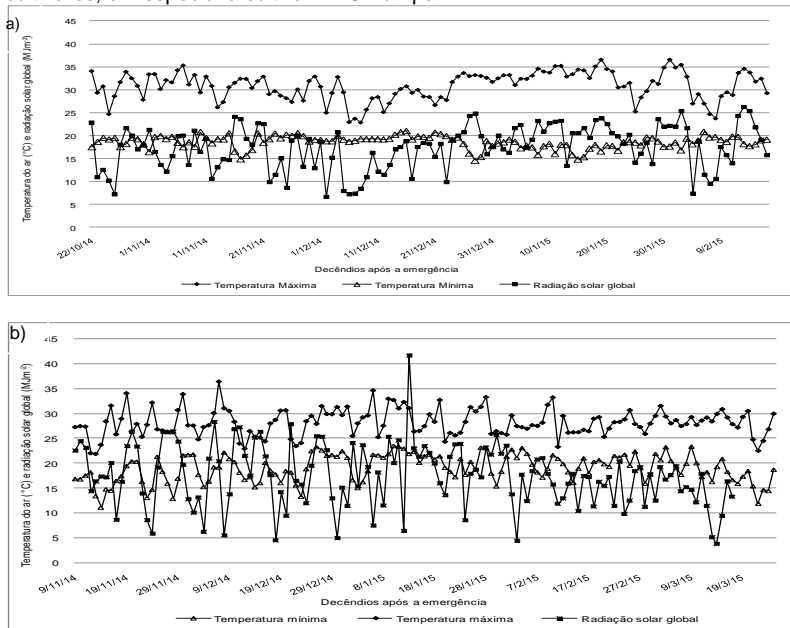


Figura 1 – Dados de temperatura máxima, temperatura mínima e radiação solar global, observados durante os ensaios em: a) Brazabrantes - GO e b) Capão do Leão - RS.

O desenvolvimento da parte área das cultivares pode ser observado pelo índice de área foliar (IAF) (Figura 2a). No ensaio realizado no RS (linhas contínuas), se destaca o rápido e intenso desenvolvimento da cultivar BRS Jaçanã. Por outro lado, no ensaio realizado em GO (linhas tracejadas) este comportamento diferenciado não é observado, sendo que as 3 cultivares apresentaram valores semelhantes de IAF, sendo este estabilizado aos 68 dias após a emergência (DAE) nas cultivares BRS 7 Taim e BRS Pampa, e 61 DAE na cultivar BRS Jaçanã.

Assim como no IAF, a cultivar BRS Jaçanã também apresentou maior massa seca total - MST (Figura 2b) no ensaio realizado no RS (linhas contínuas). A quantidade maior de folhas verdes impactou nesta medida, já que a cultivar BRS 7 Taim apresentou maior perfilhamento médio (151,5), enquanto a cultivar BRS Jaçanã mostrou um perfilhamento médio de 145 e a cultivar BRS Pampa um perfilhamento médio de 148,75.

No ensaio realizado em GO (linhas tracejadas, Figura 2b) as cultivares apresentaram comportamento similar em relação à MST, sendo que o maior acúmulo de massa ocorreu

na cultivar BRS Pampa, enquanto as cultivares BRS 7 Taim e BRS Jaçanã apresentaram comportamento similar.

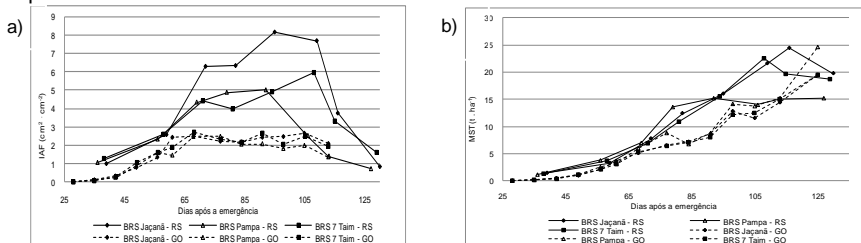


Figura 2 – a) Índice de área foliar (IAF) e b) Massa seca total (MST) após a emergência para as cultivares BRS Pampa BRS Jaçanã e BRS 7 Taim obtidos nos ensaios de GO (linhas tracejadas) e RS (linhas contínuas).

Considerando o experimento realizado no RS (linhas contínuas, Figura 3), a cultivar BRS Jaçanã apresentou o maior acúmulo de massa seca nas panículas (MSP) com 12 t.ha⁻¹, seguido pela cultivar BRS 7 Taim com 10 t.ha⁻¹. A MSP obtida no ensaio em GO (linhas tracejadas, Figura 3) mostra que a cultivar BRS Pampa apresentou maior acúmulo de massa seca nas panículas, diferentemente do ocorrido no RS, chegando próximo a 11 t.ha⁻¹. Em GO a cultivar BRS 7 Taim apresentou um acúmulo de massa nas panículas maior que a cultivar tropical BRS Jaçanã com um total de 9,4 t.ha⁻¹. Este resultado indica que as cultivares desenvolvidas para o RS obtiveram uma boa adaptação mesmo em ambiente diferente daquele para o qual foram desenvolvidas.

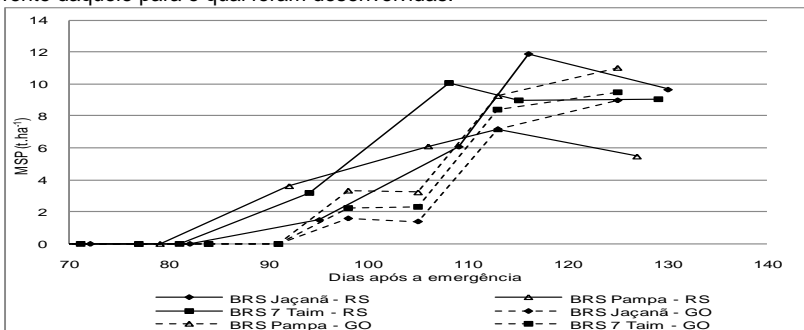


Figura 3 - Massa seca das panículas (MSP) acumulada, em dias após a emergência, para as cultivares BRS Pampa BRS Jaçanã e BRS 7 Taim obtidos nos ensaios de GO (linhas tracejadas) e RS (linhas contínuas).

A Figura 4 apresenta a produtividade de grãos (t.ha⁻¹) e a esterilidade de espiguetas de cada uma das cultivares, em ambos os ensaios. É possível observar o rendimento superior da cultivar BRS 7 Taim no ensaio de GO, onde obteve uma média de produtividade de 7,3 t.ha⁻¹, apesar dos altos índices de esterilidade das espiguetas (26,6%), os quais podem estar relacionados com a ocorrência de altas temperaturas (Figura 1a) no período reprodutivo, e principalmente devido ao aporte insuficiente de radiação solar (Figura 1a) (STEINMETZ et al., 2006).

No ensaio realizado no RS (Figura 4) a cultivar que apresentou melhor desempenho foi também a BRS 7 Taim (aproximadamente 9 t.ha⁻¹) superando a cultivar BRS Pampa, em aproximadamente 3 t.ha⁻¹, diferente do observado por Magalhães Jr. et al. (2011), onde a

produtividade da cultivar BRS Pampa foi em média 26% maior que a produtividade da cultivar BRS 7 Taim. Observa-se, também, a boa adaptabilidade da cultivar BRS Jaçanã nas várzeas do RS, onde obteve produtividade de 8,5 t.ha⁻¹.

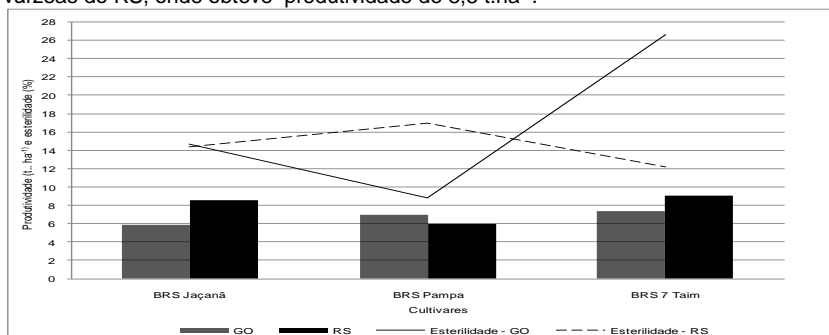


Figura 4 – Produtividade de grãos (barras) e esterilidade de espiguetas (linhas) obtidas nos ensaios de GO e RS.

CONCLUSÕES

1. A cultivar BRS Jaçanã apresentou, neste experimento, um bom desempenho agrônomo nas várzeas do RS, o que sugere a realização de novos ensaios para comprovar o seu desempenho em condições de clima temperado.
2. A cultivar BRS 7 Taim apresentou alta produtividade em GO, apesar dos elevados índices de esterilidade de espiguetas causados, provavelmente, por altas temperaturas e por baixo aporte de radiação solar nas fases críticas da planta.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Clima Temperado (CPACT), à Embrapa Arroz e Feijão (CNPAP) e à Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.de. et al. BRS Pampa: nova cultivar de arroz irrigado para o Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7., 2011, Balneário Camboriú. Racionalizando recursos e ampliando oportunidades: **Anais**. Itajaí: Epagri, 2011.
- GUIMARÃES, M. C. et al. Sistemas de Cultivo. SANTOS, A. B. dos.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. In: **A Cultura do Arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás, GO: Ed. Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 53-96.
- STEINMETZ, S.; DEIBLER, A. N.; SILVA, J. B. da. Estimativa da produtividade de arroz irrigado em função da radiação solar global e da temperatura mínima do ar. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v.43, n.2, p.206-211, fev. 2013.
- STEINMETZ, S.; SILVA, S. C. da.; SANTANA, N. M. P. de. Clima. In: SANTOS, A. B. dos.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. (Ed.). **A Cultura do Arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás, GO: Ed. Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 117-160.

AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SELÊNIO, ZINCO, COBRE, ARSÊNIO, CÁDMIO E CHUMBO EM VARIEDADE DE ARROZES COMUMENTE CULTIVADOS NO BRASIL

Fabiana R. Segura¹; Fabio Silva² Ana Carolina Paulelli³; Júlio Centeno da Silva⁴; Daniel Fernandez Franco⁴; Ariano Martins de Magalhães Júnior⁴; Bruno L. Batista¹

Palavras-chave: Elementos essenciais, elementos não essenciais, arroz, ICP-MS.

INTRODUÇÃO

O Arroz (*Oryza sativa* L.), segundo cereal mais produzido no mundo (1), cujo consumo no Brasil é estimado em mais de 50 kg de arroz/habitante/ano.(2), é considerado um importante alimento para a constituição de dietas saudáveis por ser fonte de carboidratos e por sua qualidade proteica, além de ser uma possível fonte de elementos essenciais como ferro e zinco (3). Entretanto, sabe-se que os alimentos muitas vezes podem ser fontes de exposição a elementos não essenciais (4)(5) como arsênio, cádmio, chumbo, o que representa risco à população. Esse risco para a população tem sido alvo de intensas discussões e forças-tarefa organizadas pela *Food Agriculture Organization* ligada a Organização Mundial da Saúde (FAO/WHO), que visam o estabelecimento de limites máximos e estratégias de gerenciamento (6)(7).

A concentração de elementos essenciais (EE) e não essenciais (ENE) no arroz pode variar conforme o local de cultivo, cultivar e processos de beneficiamento dos grãos. Portanto, para o gerenciamento dos riscos de exposição a ENEs, ou mesmo para o desenvolvimento de tecnologias de cultivo que possibilitem enriquecimento nutricional do arroz, são fundamentais determinações das concentrações de EEs e ENEs conforme a variedade e origem dos grãos.

No Brasil, Batista(2010) estudou a concentração de 13 elementos essenciais e não essenciais em amostras de arroz provenientes de diversas regiões do Brasil. Neste estudo foram encontrados valores variando entre 2,4-4,2 $\mu\text{g.g}^{-1}$ para cobre (Cu), 15,3-44,2 $\mu\text{g.g}^{-1}$ para zinco (Zn), 32,1-44,9 ng.g^{-1} para selênio (Se), 98,4-154,0 ng.g^{-1} para arsênio (As) e 11,1-17,5 ng.g^{-1} para cádmio (Cd).

O presente trabalho tem por objetivo realizar o estudo da variação das concentrações de As, Cd, Pb, Zn, Se e Cu em amostras de arroz cegas coletadas no Município de Pelotas e imediações utilizando a Espectrometria de Massas com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-MS).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas soluções padrão multielementares para curvas de calibração (Agilent, USA). Água ultrapura (Milli-Q, Merck, USA) e ácido nítrico destilado (Savillex DS-100, USA) foram utilizados no preparo de soluções e amostras.

As amostras (n=60), providas dos municípios de Pelotas, Santa Vitória do Palmar, Arroio Grande e Itaqui) foram coletadas e depois selecionadas aleatoriamente do banco de amostras da Embrapa Clima Temperado (Pelotas, RS, Brasil). Estas amostras foram então descascadas, moídas (IKA A1, Alemanha) e tamizadas (<250 μm).

As amostras de arroz integral foram então pesadas (150 mg, triplicata) e pré-digeridas com 1 ml de ácido nítrico subdestilado durante 48 horas. Após este período as amostras

¹ Doutoranda, Universidade Federal do ABC, eng.fabianasegura@gmail.com.

² Dr., Agilent Technologies.

³ Doutoranda, FCF-RP - Universidade de São Paulo

⁴ Dr. Embrapa Clima Temperado

foram aquecidas em bloco digestor (Analab EasyDigest, França) por 4 horas, a 90°C. Então as amostras foram avolumadas com água ultrapura para 14 ml e analisadas por ICP-MS (Agilent 7700, USA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontra-se a descrição das amostras (município, cultivar e número de amostras) e concentrações do ENES.

Tabela 1 – Concentração de elementos não essenciais (ng.g^{-1}) em arroz comumente cultivados no Brasil. N: número de amostras.

Município	Cultivar	N	As	Pb	Cd
			média±desvio padrão (mínimo-máximo)		
Arroio Grande	A	15	186±13,2 (164-196)	28,7±11,5 (15,6-54)	12,6±4,6 (8,6-24,7)
Itaqui	A	4	94±6 (89-103)	27,8±4,6 (21,3-31,4)	7,5±1,2 (6,6-9,2)
Pelotas	B	5	187±4,1 (182-191)	19,6±12,6 (8,9-34,2)	5±3,1 (3,2-9,7)
	A	23	61±63 (14,9-176)	37,2±48,5 (0,4-168)	9,8±3,1 (4,1-18,8)
Santa Vitória do Palmar	B	13	168±11,6 (154-196)	68±74 (24,3-243)	11,7±2,2 (8,1-14,9)
Geral	-	60	123±6,7 (14,9-196)	41±63 (0,39-243)	10,3±1,82 (3,2-24,7)

Para o As, 85% das amostras apresentaram concentrações menores que 200 ng.g^{-1} , valor limite de As inorgânico em arroz polido recomendado pela FAO/WHO (6). Em 65% das amostras da variedade A de Pelotas foram observadas concentrações consideradas baixíssimas ($<50 \text{ ng.g}^{-1}$), geralmente encontradas em arroz de cultivo do tipo sequeiro. Em 97% das amostras a concentração de Pb ficou abaixo do valor recomendado pela FAO(6) para cereais, isto é, $< 200 \text{ ng.g}^{-1}$. Novamente destacam-se as amostras do município de Pelotas (61%) e de Arroio Grande (38%) da variedade A com valores de Pb abaixo de 30 ng.g^{-1} . Isso demonstra a influência do local de cultivo para a cultivar uma vez que foram determinadas concentrações menores de As na variedade A em Pelotas quando comparada a Arroio Grande. Porém, para o Pb observa-se o inverso. O Cd é um importante elemento para o arroz uma vez que, como para o As, a planta tende a acumular este elemento no grão. Para Cd todas as amostras foram menores que o limite máximo recomendado pela FAO(7) para cereais, isto é, abaixo de 200 ng.g^{-1} .

Na Tabela 2, foram organizados os dados de concentração dos elementos essenciais, determinadas para as mesmas amostras citadas na Tabela 1.

Tabela 2 – Concentração de elementos essenciais (ng.g^{-1}) em arrozes comumente cultivados no Brasil. N: número de amostras.

Município	Cultivar	N	Cu	Zn	Se
			média±desvio padrão (mínimo-máximo)		
Arroio Grande	A	15	2739±118 (2588-2895)	23700±6090 (15222-31265)	35,1±3,2 (30,8-40)
Itaqui	A	4	4931±321 (4561-5205)	33016±4899 (25668-35541)	28,8±2,6 (26,5-32,5)
Pelotas	B	5	3612±101 (3514-3754)	19867±7788 (13722-31273)	35,9±4 (30,6-39,9)
	A	23	3804±967 (1644-4806)	22064±4646 (14574-32335)	45,9±9,5 (32-79)
Santa Vitória do Palmar	B	13	3224±492 (2620-4061)	22262±4568 (15786-31180)	43,7±7,4 (32,9-56)
Geral	-	60	3526±125 (1644-5205)	23101±4316 (13724-35541)	41±2,6 (26,5-79)

A concentração média de Se nas amostras de arroz de $42,2\pm10,6 \text{ ng.g}^{-1}$ é baixa quando comparada a concentração deste EE em castanhas do Pará, que conforme Silva (2013) apresentam concentração de Se de $54,8\pm4,6 \text{ mg.g}^{-1}$, no entanto novas pesquisas podem contribuir para o incremento da concentração de selênio em grãos de arroz. Um estudo anterior realizado por Batista e colaboradores (2010) determinou a concentração de Cu ($4200\pm700 \text{ ng.g}^{-1}$) e Zn ($44200\pm12900 \text{ ng.g}^{-1}$) em amostras de arroz integral parboilizado mais comumente comercializado no Brasil. Observaram-se nas amostras de arroz integral dos municípios de Pelotas, Santa Vitória do Palmar, Arroio Grande e Itaqui (que não passaram pela parboilização), valores médios das concentrações de Cu e Zn menores quando comparados às concentrações dos mesmos EE das amostras de arroz integral parboilizado.

CONCLUSÃO

Observou-se variação significativa nas concentrações de As, Cd, Pb, Zn, Cu e Se conforme a localização do cultivo de cada variedade de arroz. Os dados obtidos por este estudo exploratório, especialmente a observação da ocorrência de As, Cd e Pb em concentrações médias muito menores do que 200 ng.g^{-1} em grãos da variedade A cultivados no município de Pelotas, podem indicar uma variedade com baixa predileção por estes elementos. Ressalta-se que, partindo dos dados aqui expostos, sejam realizados estudos relacionando não somente a variação de concentração dos elementos de interesse com cultivares e localização geográfica, mas também com a composição do solo onde cada amostra foi cultivada bem como características físico-químicas. O arroz analisado é seguro, porém mediante a exigência crescente de alimentos com baixas concentrações de ENEs e ricos em EEs, novas pesquisas devem ser desenvolvidas, buscando agregar maior valor ao alimento.

AGRADECIMENTOS

Os autores manifestam agradecimento à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado

de São Paulo (FAPESP) e ao Conselho Nacional para a Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- BATISTA, B. L. et al. Survey of 13 trace elements of toxic and nutritional significance in rice from Brazil and exposure assessment. **Food Additives and Contaminants: Part B**, New York, v. 3, n. 4, p. 253-262, dez. 2010.
- 2- SOUZA, J.M.O. et al. Arsênio e arroz: toxicidade, metabolismo e segurança alimentar. **Química Nova**, publicado na web em 08/10/2014.
- 3- NAVES, M.M.V. et al. Características químicas e nutricionais do arroz. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 25, n. 1, p. 51-60, jan./jun. 2007.
- 4- BARBOSA, F. et al. Elevated blood lead levels in a riverside population in the Brazil Amazon. **Environmental Research**. v.109, p.594–599, 2009.
- 5- GROTO, D. et al. Mercury exposure and oxidative stress in communities of the Brazilian Amazon. **Science of the Total Environment**. v.408, p.806–811, 2010.
- 6-FAO. **Codex alimentarius commission**: Draft and proposed draft revision of maximum levels in selected commodities in the general standard for contaminants and toxins in food and feed. Disponível em: < <http://www.codexalimentarius.org/meetings-reports/en/>>. Acesso em: 25 jun. 2015.
- 7-FAO. **Codex alimentarius commission**: Report of the 33rd session of the Codex committee on food additives and contaminants. Disponível em: <www.codexalimentarius.org/input/download/report/27/AI0112Ae.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2015.
- 8-MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Arroz. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/arroz>>. Acesso em: 20 jun. 2015.
- 9-SILVA, E.G. et al. Speciation analysis of selenium in plankton, Brazil nut and human urine samples by HPLC–ICP-MS. **Talanta**.v.110, p.53-57, jun.2013.

AVALIAÇÃO DA REAÇÃO A TOXIDEZ POR EXCESSO DE FERRO NO SOLO EM GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO DO INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ, SAFRA 2014/15

¹Sérgio Irapu Gindri Lopes, ²Roberto Luis Weiler, ²Mara Cristina Barbosa Lopes, ²Gustavo Campos Soares, ²Paulo Rodrigo Freitas, ²Rita de Cássia Comoretto.

Palavras chave: avaliação fenotípica, estresse abiótico, melhoramento genético

INTRODUÇÃO

A toxidez por excesso de ferro no solo na cultura de arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul (RS) foi observada pela primeira vez no município de Uruguaiana, no início da década de 1980, logo após o lançamento da cultivar BR-IRGA 409, que é suscetível a esse distúrbio abiótico. A toxidez por excesso de ferro na cultura de arroz irrigado é causada pela solubilização dos óxidos de ferro com a redução do solo após a inundação permanente. O sintoma típico da toxidez indireta nas plantas é o “alaranjamento” das folhas mais velhas, que pode se generalizar em todas as folhas com o avanço do distúrbio em cultivares suscetíveis. Os sintomas da toxidez direta são pequenas pontuações de coloração bronzeada no limbo foliar, mas esse sintoma não é comum na lavoura de arroz irrigado do RS.

A avaliação da toxidez por excesso de ferro no solo é uma atividade rotineira do programa de melhoramento do IRGA e desde a safra de 2000/01 tem sido realizada no campo experimental de Camaquã, através da parceria do IRGA com a Associação dos Usuários do Perímetro Irrigado do Arroio Duro (AUD). O objetivo desse trabalho foi avaliar o germoplasma de arroz irrigado do programa de melhoramento do IRGA quanto à reação à toxidez por excesso de ferro no solo, no sentido de identificar fontes de tolerância para inclusão no bloco de cruzamentos e descartar linhagens suscetíveis do programa de melhoramento genético de arroz do IRGA.

MATERIAL E MÉTODOS

A avaliação da reação a toxidez por ferro no solo foi realizada no viveiro localizado no campo experimental da AUD em Camaquã, RS. A metodologia de implantação do campo seguiu o modelo sugerido por Bacha e Ishiy (1986) e adaptada por Lopes *et al.* (2005).

A área utilizada foi de 0,22 ha e os canteiros possuíam 140 linhas espaçadas de 0,30 m e 1,0 m de comprimento. A distância entre canteiros foi de 0,60 m, onde foi semeadas as cultivares testemunhas, no sentido transversal. As cultivares testemunhas foram a BR-IRGA 409 (susceptível) e IRGA 420 (tolerante), que serviram de referência para as leituras das reações dos genótipos em teste (Figura 1). O solo foi preparado com grade de discos e a superfície foi nivelada com equipamento de sistematização a “laser” sem gradiente de declividade. Para a construção dos sulcos foi utilizado uma grade de dentes fixos, com espaçamento de 0,30 m, e a semeadura foi feita manualmente. Não foi feita adubação de base e nem de cobertura e o controle das plantas daninhas foi feita com aplicação de herbicida. O início da irrigação por inundação foi feita 15 dias após a emergência das plântulas.

O total de genótipos avaliados foram 3.985, sendo que os cinco primeiros grupos da Tabela 1 tiveram duas repetições no campo em locais separados. Considerando ainda as cultivares testemunhas totalizou 4.500 sulcos no campo. A semeadura foi realizada no

¹ Eng. Agr., Dr., Instituto Rio Grandense do Arroz – IRGA. Av. Bonifácio Carvalho Bernardes 1494, Cachoeirinha, RS, C. P.29 CEP: 94930-030. E-mail: sergio-lobes@irga.rs.gov.br.

² Instituto Rio Grandense do Arroz.

dia 30/12/2014 e a leitura das reações à toxidez de ferro no dia 23/03/2015 (71 dae), seguindo a escala do IRR1 (1996), com notas de 1 a 9 (1 – crescimento e perfilhamento normal; 9 – quase todas as plantas mortas ou morrendo). Para a interpretação da escala do IRR1 foi adotado o seguinte critério: notas 1 a 3 – resistente; 4 – moderadamente resistente; 5 – moderadamente suscetível; 6 a 9 – suscetível.

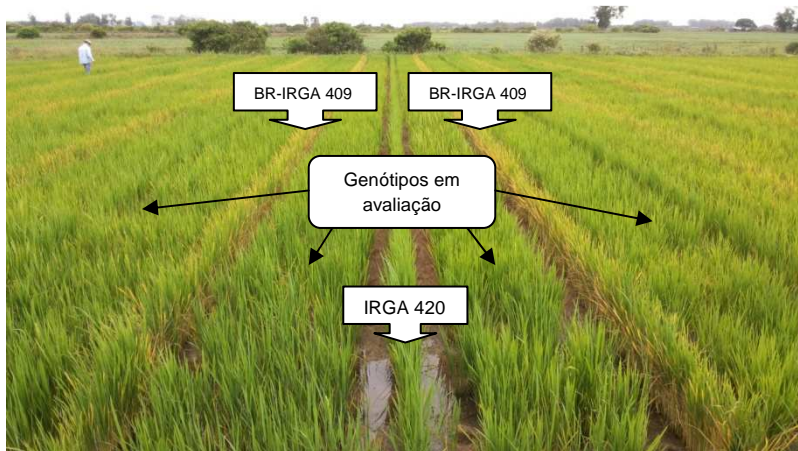


Figura 1 - Vista parcial do viveiro de avaliação da toxidez de ferro em arroz irrigado, mostrando as linhas das cultivares testemunhas (suscetível, BR-IRGA 409; tolerante, IRGA 420) e os genótipos em avaliação. Camaquã, AUD, safra 2014/15. IRGA / EEA, 2015 (Foto dia 23/03/2015, crédito Sérgio I. G. Lopes).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A condução do ensaio foi realizada com pleno sucesso e os sintomas do alaranjamento nas folhas manifestaram-se a partir do início do mês de março de 2015.

Dentre as linhagens inseridas nos ensaios de avaliação de rendimento do programa geral de melhoramento do IRGA, apenas seis foram suscetíveis à toxidez por excesso de ferro no solo, sendo duas no Ensaio Avançado (IRGA 5516-P-1-1-3 e IRGA 5519-P-11-4-2) e quatro no Preliminar (IRGA 5774-P-7-1-7, IRGA 5776-P-2-3-3, IRGA 5776-P-2-4-1 e IRGA 5782-P-8-4-4), que devem ser descartadas do programa. Nos Ensaios de VCU (Precoce e Médio) e Avançado RI, todas as linhagens foram tolerantes. Nas gerações segregantes F_4 e F_5 observou-se que 4,9 % e 8,1 % de populações foram suscetíveis, respectivamente (Tabela 1). Essas duas gerações foram avaliadas pela primeira vez nessa safra e mesmo assim o número de genótipos suscetíveis foi relativamente baixo, comprovando a correta escolha de genitores tolerantes no planejamento dos cruzamentos que geraram as respectivas populações.

A maior proporção de genótipos suscetíveis (27,3 %) foi observado no grupo “Parcelas de Observação RI” devido à presença de várias linhagens derivadas de cruzamentos com a cultivar Puitá INTA CL, que é suscetível, como nos casos da IRGA 212-CL (IRGA 424/Puitá INTA CL) e IRGA 213-CL (IRGA 425 / Puitá INTA CL). Em segundo lugar foi a “Geração F_5 de Santa Vitória do Palmar (23,3 %), principalmente pelas linhagens derivadas dos cruzamentos FL11865 e FL12509, com 20 e 12 linhagens suscetíveis, respectivamente.

TABELA 1 -Resultados da avaliação da reação a toxidez por excesso de ferro nos genótipos avaliados em diferentes grupos de germoplasma do programa de melhoramento de arroz irrigado do IRGA e introduções. Camaquã, AUD, safra 2014/15. IRGA / EEA, 2015.

Nº	Grupos de germoplasma avaliados	Nº gen. avaliados	Nota máxima	Genótipos suscetíveis ⁽¹⁾	
				Número ⁽²⁾	%
1	Ensaio de VCU – Precoce (02 repetições)	58	3	0	0,0
2	Ensaio de VCU – Médio (02 repetições)	18	2	0	0,0
3	Ensaio Avançado (02 repetições)	67	7	2	3,0
4	Ensaio Preliminar (02 repetições)	132	7	4	3,0
5	Ensaio Avançado – RI (02 repetições)	25	3	0	0,0
6	Geração F ₄	528	7	26	4,9
7	Geração F ₅	1.229	7	100	8,1
8	Populações segregantes RI	33	7	9	27,3
9	Semente genética - SVP	43	4	0	0,0
10	Parcelas de Observação - SVP	157	7	11	7,0
11	Geração F ₅ - SVP	180	5	42	23,3
12	Germoplasma do FLAR	299	7	6	2,0
13	Populações de Seleção Recorrente	560	7	17	3,0
14	Híbridos - Gerações segregantes	537	7	19	3,5
15	Híbridos - Linhagens Ensaios	119	3	0	0
Total e média ponderada		3.985	-x-	236	5,8⁽³⁾

⁽¹⁾ São considerados suscetíveis nesse caso os genótipos com nota ≥ 5 ; ⁽²⁾ Número de genótipos avaliados excluindo-se as testemunhas; ⁽³⁾ Média ponderada

Do germoplasma introduzido do FLAR no ano de 2014, 299 foram avaliados no viveiro de ferro e apenas seis foram suscetíveis (2,0 %). Dentre os híbridos, observou-se que no grupo de populações segregantes (560 genótipos) apenas 3,5 % foram suscetíveis e das 119 linhagens experimentais inseridas em ensaios de rendimento todas tiveram reação de tolerância a toxidez por ferro. Para o grupo Seleção recorrente dos 560 genótipos avaliados 17 foram suscetíveis (3,0 %).

Considerando que um número grande de testemunhas são inseridas nos diferentes grupos de germoplasma aproveitou-se os dados para fazer uma análise da variação nas notas de leitura e classificação de cada uma delas. Na Tabela 2 pode-se confirmar as reações de suscetibilidade em 100 % das repetições para as cultivares BR-IRGA 409, IRGA 417 e IRGA 422 CL. No caso da Puitá INTA-CL, das três repetições uma apresentou nota “2”, que seria de tolerância, mas as outras duas confirmaram a suscetibilidade. Um comportamento indesejável foi observado para a cultivar IRGA 426, classificada como MR (Moderadamente Resistente), que apresentou quatro das 16 repetições com nota “5” e três repetições com nota “4”. Essa cultivar precisa ser mais bem avaliada nas safras seguintes considerando que a reação observada não está de acordo com o que tinha sido determinado em avaliações anteriores. Na mesma linha de investigação pode-se incluir a cultivar IRGA 424 RI que apresentou uma das dez repetições com nota “5” e uma com nota “4”.

TABELA 2 -Resultados da avaliação da reação a toxidez por excesso de ferro nas cultivares testemunhas. Camaquã, AUD, safra 2014/15. IRGA / EEA, 2015.

Cultivares	Nº de repetições	Nota mínima	Nota Máxima	Media Ponderada	Nota ≥ 5		Classe ¹
					Nº rep.	%	
BR-IRGA 409	17	5	7	6,9	17	100	S
BR-IRGA 410	9	2	5	3,9	4	44	S
IRGA 416	2	2	3	2,5	0	0	R
IRGA 417	18	5	7	5,7	18	100	S
IRGA 420	7	1	2	1,4	0	0	R
IRGA 421	9	1	3	1,7	0	0	R
IRGA 422CL	9	5	7	5,2	9	100	S
IRGA 423	8	1	2	1,4	0	0	R
IRGA 424	19	1	4	2,1	0	0	R
IRGA 424 RI	10	1	5	2,4	1	10	R
IRGA 425	9	1	3	2,1	0	0	R
IRGA 426	16	2	5	3,6	4	25	MR
IRGA 427	10	1	2	1,8	0	0	R
IRGA 428	23	1	3	1,8	0	0	R
IRGA 429	15	1	3	2,0	0	0	R
IRGA 430	17	1	2	1,3	0	0	R
Prime CL	2	1	1	1,0	0	0	R
QM 1010CL	2	1	1	1,0	0	0	R

¹ Classificação Oficial dos Obtentores: R = Resistente; MR = Moderadamente Resistente; MS = Moderadamente Suscetível; S = Suscetível.

CONCLUSÃO

O viveiro de avaliação da toxidez por excesso de ferro no solo foi conduzido com eficiência e os sintomas nas folhas manifestaram-se com perfeita clareza. A metodologia é eficiente e precisa o que pode ser comprovado pelo número reduzido ou ausência de genótipos suscetíveis nas gerações mais avançadas, como nos grupos do Ensaio de VCU, Ensaio Avançado RI e Semente genética de Santa Vitória do Palmar.

REFERÊNCIAS

- BACHA R. E., ISHIY T. Toxicidad por hierro en arroz: metodologia para seleccionar genotipos resistentes en Brasil. **Boletín informativo del Programa de Arroz del CIAT**, 7, 1-4, 1986.
- LOPES, S. I. G. *et al.* Melhoramento de arroz irrigado para tolerância ao excesso de ferro no solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2005, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: Orium, 2005. v.1. p.189 – 191.
- IRRI. **Standard evaluation system for rice**. Manila: International Rice Research Institute, 1996. 52 p.

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO DA EMBRAPA NO VALE DO RIO SENEGAL NA ÁFRICA EM 2010

João Batista Beltrão Marques¹, Péricles de Carvalho Neves², Carlos Magri Ferreira³.

Palavras-chave: Sistemas de Produção, Produtividade, Componentes do Rendimento.

INTRODUÇÃO

O Brasil passou de importador de alimentos a um dos maiores exportadores agrícolas do mundo nas últimas três décadas. A experiência brasileira de incremento de sua produção agrícola e de combate à fome tem estimulado a cooperação intergovernamental, principalmente com países da África. Especificamente no que diz respeito ao continente africano vários dos seus desafios são comuns ao Brasil, País que ainda tem muita desigualdade social. Contribuir para o desenvolvimento africano, por meio do compartilhamento das soluções encontradas para os próprios problemas do Brasil, é o objetivo central da cooperação técnica com países desse continente (AGÊNCIA BRASILEIRA DE COOPERAÇÃO, 2010a). Segundo levantamento de Antoniazzi et al. (2013), foram identificadas 126 iniciativas públicas e privadas de cooperação em agricultura com a África. Desse total, 116 são públicas, quatro são privadas e seis são públicas e privadas (por meio de parcerias entre organizações públicas e privadas). Grande parte das iniciativas, lideradas pelo governo federal, é desenvolvida por meio de parcerias com a Embrapa, sendo que entre as principais iniciativas da Embrapa encontra-se o “Projeto de Desenvolvimento da Rizicultura no Senegal”.

A produção mundial de arroz em 2012 atingiu 738 milhões toneladas (t) em casca, sendo o Brasil o nono maior produtor, com 11,5 milhões t. Mais de metade da população mundial tem como alimento base o arroz, segundo a última estatística da Food and Agricultural Organization- FAO (FAOSTAT, 2015).

De um total de dez milhões de toneladas do arroz importado pela África em 2012, o país foi responsável por 700 a 900 mil toneladas (WADE, 2013). O arroz é o principal componente da culinária senegalesa, sendo o *tiebou-diene*, arroz com peixe o seu prato típico (Agência Brasileira de Cooperação, 2010b). Com um consumo médio de 90 kg/habitante/ano, o Senegal figura entre os maiores consumidores de arroz da África. Mesmo assim, o índice de crianças subnutridas até a idade de 5 anos é de 14,5 % (World, 2013).

Em 2008, o Senegal demandou ao governo brasileiro uma ajuda técnica-financeira na área da agricultura, visando aumentar sua produção por meio do apoio ao programa de seu governo chamado de GOANA (Grande Ofensiva em Prol da Abundância de Alimentos). O Brasil aceitou auxiliar, enviando inicialmente duas missões de prospecção, uma em 2008 e a outra em 2009. Isso possibilitou a implantação do projeto, que iniciou e teve desenvolvimento a partir de abril de 2010. A cooperação foi planejada sobre três eixos de ação: capacitação técnica, mecanização agrícola e introdução de variedades. No presente trabalho, descrevem-se os resultados do primeiro experimento realizado com as variedades irrigadas da Embrapa, comparando-as com uma testemunha senegalesa no ano de 2010 e avaliando-se o potencial de introdução das mesmas para futura utilização nas lavouras de arroz do Senegal.

¹ Pesquisador, Embrapa Pecuária Sul, joao.marques@embrapa.br

² Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão

³ Analista, Embrapa Arroz e Feijão

MATERIAL E MÉTODOS

O primeiro experimento foi conduzido na safra ("saison d'hivernage") de 2010 em área de várzea, com irrigação, na Estação Experimental de Fanaye Diery do ISRA (Institut Sénégalais de Recherche Agricole), localizada ao norte do Senegal, no vale do rio de mesmo nome. Foi utilizado delineamento blocos ao acaso, com quatro repetições e cinco variedades (BRS Tropical, BRS Biguá, BRS Alvorada, BRS Jaçanã e a testemunha senegalesa Sahel 134). No dia 21 de julho de 2010, foi feita a plantação dos viveiros de arroz. Depois, realizou-se o transplântio das mudas para o campo, no dia 08/08/2010 espaçadas 0,2m X 0,2m entre plântulas. Foram avaliados componentes de rendimento, produtividade de grãos (kg/ha), altura e ciclo. Os resultados foram submetidos à análise de variância através do teste F e as médias das variáveis foram avaliadas pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$) utilizando o aplicativo Genes (CRUZ, 2001).

A produtividade foi obtida por meio da colheita manual, antes da qual foi feito o corte de 0,5 m de bordadura nas cabeceiras e das duas linhas de plantio nas laterais externas de cada parcela. Os componentes do rendimento foram avaliados através da colheita de amostras ao acaso de três linhas de plantas (um metro linear cada) por unidade experimental. Avaliou-se o número de panículas/planta, grãos/ panícula e peso de mil grãos. Avaliou-se também altura na colheita e ciclo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variedades irrigadas da Embrapa introduzidas apresentaram bons rendimentos de grãos no sistema de transplântio (Tabela 1 e Figura 1), tanto em relação à testemunha senegalesa quanto em relação às produtividades obtidas no Brasil. Pode-se verificar, na figura 1, que os rendimentos médios obtidos no Brasil são superiores aos obtidos nessa safra no Senegal, apresentando a mesma sequência de variedades quanto às produtividades: a variedade mais produtiva no Brasil, também foi a mais produtivas no Senegal.

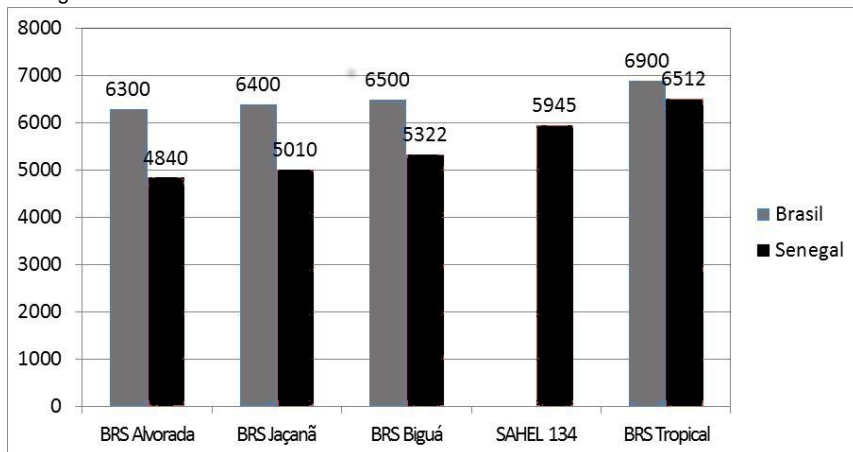


Figura 1- Rendimento de grãos (Kg/ha) das variedades brasileiras irrigadas da Embrapa na safra 2010 (saison d'hivernage) na Estação Experimental do ISRA/ Fanaye Diery e sua médias obtidas no Brasil.

Os ciclos da emergência à floração foram em torno de 15 dias menores que no Brasil (de 90 a 100 dias em plantios em linha em Goiânia), mesmo conduzindo o experimento do Senegal no sistema de transplântio, no qual o ciclo tende a alongar entre 10 e 15 dias. Esses períodos, emergência à floração 50%, foram semelhantes ao da Sahel 134, variedade de ciclo médio no senegal, com excessão da BRS Alvorada, um pouco mais tardia.

Tabela 1. Características Agronômicas e Rendimento de Grãos (Kg ha⁻¹) de Variedades de Arroz da Embrapa no Senegal. Ano 2010. Safra ("Saison d'Hivernage")

Variedade	Produtividade Kg/ha	Plantas/ m ²	Panículas/ planta	Grãos/ panícula	Peso de mil grãos(g)	Altura de planta (cm)	Floração (dias)
BRS Tropical	6512 a*	23 a	11,4 c	99	25,1	116 a	78 b
BRS Biguá	5321 bc	24 a	14,1 bc	64	24,5	116 a	78 b
BRS Jaçanã	5510 bc	24 a	14,1 bc	67	24,3	113 a	78 b
BRS Alvorada	4840 c	23 a	15,8 ab	55	24,4	111 a	85 a
Sahel 134	5945 ab	24 a	18,8 a	69	19,5	97 b	77 b
CV (%)**	12,9	14,8	15,2			3,0	2,7
Média	5525	23,6	14,8	71	23,5	111	79

*Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

**Coeficiente de variação.

A BRS Tropical destacou-se, atingindo 6512 kg/ha. Apesar de não diferir estatisticamente da Sahel 134, produziu quase 600 kg de grãos/ha a maior do que essa testemunha senegalesa. BRS Biguá e BRS Jaçanã apresentaram patamares de produtividades semelhantes à testemunha. Já a BRS Alvorada produziu menos (Tabela 1). A população de plantas, em torno de 24 por m², certamente limitou o rendimento de grãos das cultivares brasileiras. A seleção genética geralmente é feita no Brasil utilizando a semeadura em linha, onde as populações de plantas estão situadas entre 200 e 300 plantas/m² para as variedades normais, não híbridas.

As variedades brasileiras apresentaram maior altura de planta na colheita que a Sahel 134, mas não acamaram.

O maior número de panículas por planta da Sahel 134 foi compensado por seu menor peso de 1000 grãos, 20% a menos, comparada com as variedades brasileiras. A BRS Tropical destacou-se quanto ao número de grãos por panícula e quanto ao peso de mil grãos, o que explica em parte sua maior produtividade.

O experimento apresentou baixos coeficientes de variação das características avaliadas, mostrando que o mesmo foi bem conduzido, obtendo-se uma precisão adequada para esse tipo de ensaio.

CONCLUSÃO

Mediante os resultados obtidos, conclui-se que as cultivares introduzidas BRS Tropical, BRS Biguá e BRS Jaçanã são promissoras para as condições da lavoura arrozeira irrigada praticada no Senegal em sistema de transplântio por mudas, apresentando produtividades semelhantes a umas das variedades locais, a Sahel 134.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Pecuária Sul, que disponibilizou a liberação do coordenador do projeto “Apoio ao Desenvolvimento da Rizicultura no Senegal”, à Embrapa Arroz e Feijão, à Secretaria de Relações Internacionais da Embrapa, e à Agência Brasileira de Cooperação, pelo apoio recebido para realização deste trabalho.

Agradecimento especial ao colega Carlos Honorato da Embrapa Arroz e Feijão, que foi para o Senegal iniciar os trabalhos prévios do projeto, realizando o plantio e acompanhamento inicial do experimento relatado neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE COOPERAÇÃO. **A Cooperação técnica do Brasil para a África**. [Brasília, DF], 2010a. 179 p. Disponível em:

<http://www.abc.gov.br/Content/abc/docs/CatalogoABCAfrica2_010_P.pdf>. Acesso em: 23 out. 2013.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE COOPERAÇÃO. **Cooperação técnica entre países em desenvolvimento**. [Brasília, DF], 2010b. 30 f. Projeto BRA/04/044: Brasil – Senegal: agricultura: “Apoio ao Desenvolvimento da Rizicultura no Senegal”.

ANTONIAZZI, L.; NASSAR, A.; MOURA, P.; KIMURA, W. **Tecnologias na agricultura brasileira e potenciais para cooperação com a África**. São Paulo: ICONE, 2013. 61 p. Disponível em:

<[http://www.agroicone.com.br/\\$res/arquivos/pdf/140718093644_Tecnologias%20na%20Agricultura%20Brasileira%20e%20Potencial%20de%20Cooperacao%20c%20Africa%20-%20alta.pdf](http://www.agroicone.com.br/$res/arquivos/pdf/140718093644_Tecnologias%20na%20Agricultura%20Brasileira%20e%20Potencial%20de%20Cooperacao%20c%20Africa%20-%20alta.pdf)>. Acesso em: 16 jul. 2014.

CRUZ, C. D. **Programa GENES**: Versão Windows. Aplicativo computacional em genética e estatística. Cosme Damião Cruz. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.

FAOSTAT. **Final 2012 Data and Preliminary 2013 Data for 5 major commodity aggregates**. Rome, 2015. Disponível em:

<<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 11 jun. 2015.

WADE, Adama. **Riz importé en Afrique : une chaîne alimentaire juteuse**. 2013

Disponível em: <http://www.financialafrik.com/2013/10/13/riz-importe-en-afrique-une-chaine-alimentaire-juteuse/>

Acesso em 30/07/2014.

WORLD factbook 2013-2014, the. Washington, D.C.: **Central Intelligence Agency**, 2013. Disponível em:< <https://www.cia.gov/library/publications/the-worldfactbook/geos/sq.html> >.

Acesso em: 21 ago. 2013.

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO DA EMBRAPA, NO RIO GRANDE DO SUL. SAFRA 2014/15

Paulo Ricardo Reis Faundes¹; Ariano Martins de Magalhães Jr²; Giovani Greigh de Brito³; André Andres⁴; Cley Donizetti Nunes⁵; José Francisco da S. Martins⁶; José Alberto Petrini⁷; Eduardo Vinícios Scalabrín Loreson⁸

Palavras-chave: *Oryza sativa*, adaptação, produtividade

INTRODUÇÃO

O estado do Rio Grande do Sul possui seis regiões orizícolas delimitadas pela localização geográfica e que apresentam características bem definidas e distintas entre si: Litoral Sul, Campanha Gaúcha, Planície Costeira Externa, Planície Costeira Interna, Depressão Central e Fronteira-oeste. Em geral, as cultivares de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.) da Embrapa, indicadas para o cultivo no Rio Grande do Sul apresentam ampla adaptação às condições edafoclimáticas destas regiões. Contudo, nos últimos anos, com a entrada de novos genes no contexto das cultivares de arroz irrigado utilizadas no Estado, é cada vez mais perceptível a interação do genótipo com o ambiente, o que resulta no melhor ou pior desempenho de uma cultivar em uma região específica ou seja, as cultivares de arroz respondem de forma diferente às mudanças de ambiente (local/ano). Assim, é possível que o desempenho de uma cultivar seja afetado negativamente por mudanças intrínsecas da mesma como a quebra da resistência genética para uma determinada doença ou pelo surgimento de um novo patógeno em uma dada região de cultivo ou, ainda, devido a alterações no manejo da lavoura. Desta forma, o monitoramento constante do desempenho das cultivares nas diferentes regiões orizícolas é fundamental para o cultivo de arroz irrigado no RS.

O objetivo deste trabalho foi acompanhar, avaliar e relatar o comportamento de cultivares de arroz irrigado desenvolvidas pela Embrapa, nas diferentes regiões de cultivo deste cereal no RS, na safra 2014/15.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em quatro municípios, abrangendo três regiões orizícolas do RS, a saber: Capão do Leão (Zona Sul), Capivari do Sul (Planície Costeira Externa), Alegrete e Uruguaiana (Fronteira-Oeste). Foram avaliadas as cultivares BRS Querência, BRS Pampa e o híbrido H4 CL (ciclo precoce); BR-IRGA 409, BRS-7 Taim, BRS Sinuelo CL e BRS Pampeira (ciclo médio).

O delineamento experimental seguiu o esquema fatorial (4x7), sendo o fator local (4) atribuído às parcelas e os fator cultivar (7) alocados nas subparcelas.

As subparcelas foram constituídas por nove fileiras de cinco metros de comprimento, espaçadas de 0,175 m, entre si. Por ocasião da colheita, foram eliminadas duas fileiras de cada lado e 0,5 m em cada extremidade da parcela, resultando na área útil de 3,5 m². A adubação foi realizada conforme as necessidades indicadas pela análise do

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Clima Temperado, BR 392, Km 78, C.P. 403, 96.010-971 paulo.faundes@embrapa.br

² Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Clima Temperado.

³ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Clima Temperado.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Clima Temperado

⁵ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Clima Temperado.

⁶ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Clima Temperado.

⁷ Engenheiro Agrônomo, MSc., Embrapa Clima Temperado

⁸ Graduando em Agronomia, UFPel. Estagiário de graduação da Embrapa Clima temperado

solo de cada local e, juntamente com a irrigação, o controle de pragas (invasoras, insetos e doenças) e outras práticas culturais, obedeceu as recomendações da pesquisa para a região sul (REUNIÃO..., 2014). As variáveis discutidas neste trabalho foram rendimento de grãos (kg ha^{-1}); floração (50%); estatura de planta (cm); acamamento (nota 1 a 5) e rendimento de engenho (% de grãos inteiros e quebrados).

Para realização das análises estatísticas utilizou-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2011)). A normalidade dos dados foi avaliada por meio do teste de Shapiro-Wilks e a homogeneidade de variância pelo teste de Bartlett. A seguir procedeu-se a análise de variância conjunta dos dados de rendimento de grãos e o teste de Tukey para comparação das médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância conjunta (Tabela 1) evidenciou que houve efeito ($P < 0,01$) para a interação cultivar x local, mostrando que o comportamento das cultivares, quanto ao rendimento de grãos, variou conforme o local onde foram cultivadas. Assim, os resultados serão discutidos conforme a variação ocorrida dentro de cada local.

Tabela 1. Análise da variância conjunta para sete cultivares de arroz irrigado em quatro locais (L) do Rio Grande do Sul. Safra 2014/15.				
Fonte da variação	GL	QM	F	P>F
Cultivares (C)	6	6,6455	4,042	**
Locais (L)	3	78,1692	47,54	**
C x L	18	3,8995	2,37	**
repetição	3	3,2249	1,96	**
Erro	81	1,6441		
Total	111			
CV(%)	13,85			
Média Geral	9,3			

Observa-se na Tabela 2, que os coeficientes de variação conferiram boa precisão para os experimentos nos diversos locais. O rendimento médio de grãos obtido em Alegrete (Fronteira Oeste) foi superior ($P < 0,01$) aos demais locais, tendo sido seguido por Uruguaiana (Fronteira Oeste), Capão do Leão (Zona Sul) e Capivari do Sul (Planície Costeira Externa). Em Capivari do Sul, local que apresentou os menores rendimentos de grãos, ocorreram problemas associados ao manejo da irrigação e controle de plantas daninhas.

A cultivar BRS Pampa apresentou o maior rendimento médio de grãos, quando considerados os quatro locais, seguida pelo híbrido H4, e pelas cultivares BRS-7 Taim, BRS Pampeira, BR-IRGA 409, BRS Querência e BRS Sinuelo CL, pela ordem.

A BRS Pampa destacou-se em Uruguaiana, Capão do Leão e Capivari do Sul, sendo a terceira mais produtiva em Alegrete, local de maior produtividade, no presente ano. Em Uruguaiana, foi superior à BR-IRGA 409 ($P < 0,05$). O híbrido H4 apresentou rendimento de grãos semelhante ao da BRS Pampa ($P < 0,05$) nos quatro locais, tendo superado a BR-IRGA 409, em Uruguaiana; a BRS Sinuelo CL, em Alegrete e a BRS Pampeira, em Capão do Leão. A cultivar BRS Pampeira, destacou-se com elevado potencial produtivo em Alegrete, tendo sido a mais produtiva neste local e superado ($P < 0,05$) a BRS Sinuelo CL.

Contudo, nas regiões Litoral sul e Litoral Norte, esta cultivar não apresentou o mesmo comportamento, tendo sido superada pelas demais cultivares, principalmente pela BRS Pampa.

A BRS Querência destacou-se positivamente em Capão do Leão, Alegrete e Uruguaiana, onde esteve entre as mais produtivas ($P<0,05$). Contudo, em Capivari do Sul seu comportamento deixou a desesjar, sendo a menos produtiva ($P<0,05$). Finalmente, a cultivar BRS Sinuelo apresentou rendimento de grãos compatível com as demais cultivares avaliadas em Uruguaiana, Capão do Leão e Capivari do Sul ($P<0,05$), tendo sido superada por estas, em Alegrete.

Tabela 2. Rendimento de grãos ($t\ ha^{-1}$) de sete cultivares de arroz irrigado em quatro locais do Rio Grande do Sul. Embrapa Clima Temperado. Safra 2014/15.

Cultivar	Local				
	Uruguaiana	Alegrete	Capão do Leão	Capivari do Sul	Média
BRS Pampa	10,9 a	11,6 ab	9,2 a	9,2 a	10,2
H4 CL	10,9 a	12,2 a	8,5 a	8,6 ab	10
BRS-7 Taim	8,9 ab	11,4 ab	8,9 a	7,9 ab	9,3
BRS Pampeira	9,2 ab	13,5 a	6,0 b	6,0 b	9,0
BR IRGA 409	8,0 c	11,3 ab	8,5 a	7,6 ab	8,9
BRS Querência	9,5 ab	11,1 ab	8,6 a	6,1 b	8,8
BRS Sinuelo CL	9,2 ab	9,1 c	8,4 a	7,4 ab	8,5
Média	9,5 B	11,5 A	8,5 C	7,6 D	9,3
CV (%)	10,42	9,56	8,65	12,86	

¹Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey ($P,0,05$).

Os dados, em valores absolutos, apresentados na Tabela 3 mostram pouca variação da estatura de planta entre as cultivares, nos diferentes locais. Com base no período compreendido entre a emergência das plântulas e 50% do florescimento pode-se agrupar como precoces (78 a 85 dias) as cultivares BRS Pampa, BRS Querência e o híbrido H4 CL; enquanto BRS-7 Taim, BRS Sinuelo CL, BR-IRGA 409 e BRS Pampeira, são classificadas como de ciclo médio (86 a 97 dias).

Quanto à estatura de planta, as cultivares BRS Querência e o híbrido H4 CL apresentaram o maior porte, variando de 99 a 103 cm e de 98 a 104 cm, respectivamente. As demais cultivares apresentaram estatura de planta inferior a 100 cm como o esperado para cultivares do tipo moderno. Não foi verificado acamamento nas cultivares avaliadas (Tabela 3).

Tabela 3. Ciclo (nº de dias da emergência à 50% do florescimento), estatura de planta (cm) e acamamento (nota de 1 a 5), de sete cultivares de arroz irrigado da Embrapa, em quatro locais do Rio Grande do Sul. Safra 2014/15.

Genótipo/Local	Uruguaiana			Alegrete			Capão do Leão			Capivari do Sul		
	Em-Flo	Est. de plan	Acam	Em-Flo	Est. de plan	Acam	Em-Flo	Est. de plan	Acam	(Em-Flo)	Est. de plan	Acam
BRS Pampa	80	94	1,0	78	99	1,0	82	90	1,0	82	95	1,0
H4 CL	82	99	1,0	82	104	1,0	84	99	1,0	80	98	1,0
BRS-7 Taim	93	92	1,0	91	90	1,0	93	90	1,0	90	90	1,0
BRS Pampeira	98	98	1,0	95	98	1,0	97	95	1,0	97	99	1,0
BR IRGA 409	95	95	1,0	93	93	1,0	93	86	1,0	93	93	1,0
BRS Querência	78	100	1,0	80	103	1,0	80	94	1,0	78	99	1,0
BRS Sinuelo CL	91	95	1,0	93	86	1,0	93	90	1,0	90	90	1,0
Média	88,1	96,1	1,0	87,4	96,1	1,0	88,9	92,0	1,0	87,1	94,9	1,0

Quanto ao rendimento de engenho (Tabela 4), as sete cultivares obtiveram, na média de dois locais (Capão do Leão e Capivari do Sul), valores superiores a 60%.

Destacando-se as cultivares BR-IRGA 409, BRS Pampa e H4 CL; com 64,5%, 64,4, 63,4% de grãos inteiros, respectivamente.

Tabela 4. Rendimento de grãos inteiros e quebrados (%) de sete cultivares de arroz irrigado, no Rio Grande do Sul. Safra 2014/2015. ¹		
Cultivar	Rend. de Engenho	
	Inteiros	Quebrados
BRS Pampa	64,4	5,2
H4 CL	63,4	7,2
BRS-7 Taim	62,1	7,0
BRS Pampeira	60,6	8,1
BR IRGA 409	64,5	3,5
BRS Querência	60,5	6,8
BRS Sinuelo CL	63,5	6,4
¹ Média de dois locais: Capão do Leão e Capivari do Sul.		

CONCLUSÃO

Existe efeito do ambiente (local) sobre o rendimento de grãos das cultivares de arroz irrigado. A cultivar BRS Pampa e o híbrido H4 CL, ambas de ciclo precoce, apresentaram maior estabilidade de rendimento de grãos nos ambientes testados, sendo a mais produtivas em Capão do Leão. Estas cultivares apresentam elevado rendimento de grãos inteiros, comparáveis ao da cultivar BR-IRGA 409, padrão para a indústria de arroz no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 28., 2014, Bento Gonçalves, RS. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas para o sul do Brasil. Santa Maria: SOSBAI, 2014. 189 p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, v.35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ HÍBRIDO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL NA SAFRA 2013/14

Daniel Arthur Gaklik Waldow¹, Antonio Folgiarini de Rosso², Gustavo Fernandes¹, Jorge Cremonese³, Jeison Leonetti³, Davi Piazzeta⁴, Michel Costa⁴, Ingrid Tomazi⁴

Palavras chave: Heterose Padrão, Ensaio de VCU, Produtividade, *Oryza sativa*.

INTRODUÇÃO

Obter cultivares com elevado potencial produtivo é um dos principais desafios dos programas de melhoramento genético na cultura do arroz irrigado. A exploração da heterose em plantas autógamas, como o arroz, pode ser uma ferramenta utilizada para incrementos significativos desta característica e consequentemente no progresso do programa.

O vigor híbrido em arroz é expresso através de um sistema radicular mais vigoroso, elevada capacidade de afilhamento, maior número de panículas por área e maior peso de grãos, possibilitando maiores incrementos em produtividade. O Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) iniciou seu Programa de Melhoramento de Arroz Híbrido na safra 2002/03 o qual objetiva desenvolver linhagens parentais e identificar as melhores combinações de híbridos com alto potencial produtivo que superem 15 a 20% a produtividade da melhor cultivar recomendada (Heterose Padrão), com ampla adaptação à região Sul do Brasil e qualidade de grãos aceitável pelo mercado.

Este trabalho teve por objetivo avaliar e identificar o comportamento de genótipos de arroz híbridos em diferentes locais para produtividade e demais características agrônomicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios de rendimento de grãos foram conduzidos em cinco locais do estado do Rio Grande do Sul: Cachoeira do Sul, Uruguaiana, Santa Vitória do Palmar, Camaquã e Cachoeirinha. Foram testados 10 genótipos, dos quais dois híbridos novos desenvolvidos pelo programa e três híbridos do Programa HIAAL (Híbridos de Arroz para a América Latina), desenvolvidos pelo CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Além disso, foram utilizados três híbridos comerciais (QM 1010 CL, QM 1010 e Prime CL) e duas cultivares comerciais como testemunhas (IRGA 417 e IRGA 424).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições. A densidade de semeadura para os híbridos foi de 40 Kg ha⁻¹ e para as cultivares de 90 kg ha⁻¹. A emergência ocorreu dia 13/11/2013 em Uruguaiana, 05/11/2013 em Santa Vitória do Palmar, 19/11/2013 em Cachoeirinha, 07/11/2013 em Cachoeira do Sul e 12/11/2013 em Camaquã. A adubação de base foi realizada conforme análise de solo de cada local. A adubação nitrogenada foi de 132 kg ha⁻¹ de N, parceladas em duas épocas.

Foram avaliadas as seguintes variáveis: vigor inicial das plântulas, número de dias da emergência ao florescimento (DAE), estatura de plantas, rendimento de grãos corrigindo para umidade de 13%, esterilidade de espiguetas, rendimento de engenho, rendimento de grãos inteiros, índice de centro branco (CB), temperatura de gelatinização (TG) e teor de amilose.

Para rendimento de grãos, os dados foram submetidos à análise de variância individual e conjunta (SAS, 2000). A comparação de médias foi realizada pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro. As demais variáveis foram calculadas pela média das quatro repetições em cada local.

¹ Engº Agrº, M. Sc., Instituto Rio Grandense do Arroz – IRGA. Av. Bonifácio C. Bernardes, 1494, CEP: 94930-030, Cachoeirinha, RS. E-mail: daniel-waldow@irga.rs.gov.br

² Engº Agrº, Dr., Instituto Rio Grandense do Arroz.

³ Engº Agrº, Instituto Rio Grandense do Arroz.

⁴ Tec. Agr., Instituto Rio Grandense do Arroz.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos através da análise de variância para o rendimento de grãos mostram que houve interação significativa entre os genótipos e os locais ($P < 0,0001$). Além disso, o coeficiente de variação (CV) apresentou valores baixos, entre 5,87% e 11,20% (Tabela 1), mostrando que houve uniformidade dentro dos experimentos. De maneira geral, os híbridos apresentaram elevado potencial produtivo superando às cultivares testemunha. Na média de todos os locais o híbrido mais produtivo foi QM 1010 CL com $12.340 \text{ kg ha}^{-1}$, enquanto que a cultivar mais produtiva foi a IRGA 424 com $10.007 \text{ kg ha}^{-1}$, obtendo uma heterose padrão para o experimento de 23,3% (Tabela 1).

Tabela 1. Rendimento de grãos de genótipos de arroz híbrido em cinco locais do Rio Grande do Sul, safra 2013/14. IRGA/EEA, Cachoeirinha, 2014.

Genótipos	Rendimento de Grãos (Kg ha^{-1})					
	CCH	SVP	URU	CAM	CCS	Média
QM 1010 CL	11102 a	12695 a	12304 a	12330 a	13267 a	12340
QM 1010	10059 ab	11239 b	10749 ab	11592 abc	13324 a	11392
CT23034H	9313 ab	10650 b	11806 a	12094 ab	11730 bc	11119
Prime CL	.	8044 c	12286 a	10544 abc	12656 ab	10883
IRGA 1H	8574 b	10158 b	9844 bc	12111 ab	11901 b	10518
CT23057H	10283 ab	10381 b	10671 ab	9942 bc	9972 d	10250
CT23020H	8811 b	8619 c	8627 c	12052 ab	12033 ab	10028
IRGA 424	9280 ab	7948 c	10810 ab	10342 abc	11654 bc	10007
IRGA 2H	8899 ab	7929 c	9870 bc	10481 abc	10511 cd	9538
IRGA 417	.	7872 c	8271 c	9645 c	12272 ab	9515
Média	9679 D	9922 D	10495 C	11149 B	11932 A	10544
CV (%)	9,41	5,87	10,35	11,20	6,88	9,90
Vantagem (%)	19,6	59,7	13,8	19,2	8,6	23,3

CCH – Cachoeirinha; SVP – Santa Vitória do Palmar; URU – Uruguaiana; CAM – Camaquã; CCS – Cachoeira do Sul; CV (%) – Coeficiente de Variação. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

O local que apresentou maior produtividade foi Cachoeira do Sul com média de $11.932 \text{ kg ha}^{-1}$, seguido de Camaquã com média de $11.149 \text{ kg ha}^{-1}$. Em Cachoeirinha, Santa Vitória do Palmar, Uruguaiana e Camaquã o híbrido QM 1010 CL foi o mais produtivo, enquanto que em Cachoeira do Sul o híbrido QM 1010 foi o mais produtivo, o qual apresentou o maior rendimento de todo o experimento com média de $13.324 \text{ kg ha}^{-1}$. Entre as cultivares, a IRGA 424 apresentou as maiores produtividades na maioria dos locais, apenas em Cachoeira do Sul a cultivar IRGA 417 obteve rendimento superior (Tabela 1).

A maior heterose padrão (vantagem do melhor híbrido sob a melhor cultivar) foi encontrada em Santa Vitória do Palmar, onde a produtividade do híbrido foi 59,7% superior a cultivar. Já a menor heterose padrão (8,6%) foi observada em Cachoeira do Sul (Tabela 1). As vantagens do híbrido em relação a cultivar foram diferentes em cada local, em geral as maiores vantagens são observadas em locais com menor potencial produtivo devido à maior diferença de produtividade entre a cultivar e o híbrido.

Em relação aos novos híbridos HIAAL, o genótipo CT23034H apresentou maior rendimento de grãos com média de $11.119 \text{ kg ha}^{-1}$. O híbrido Prime CL produziu $10.883 \text{ kg ha}^{-1}$, na média de todos os locais, sendo uma alternativa com ciclo precoce, boa produtividade e tecnologia Clearfield (Tabela 2).

Para a variável vigor inicial das plântulas, os híbridos comerciais QM 1010 CL e Prime CL apresentaram notas de 4 e 3, respectivamente. Entre os genótipos HIAAL, o híbrido CT23020H apresentou maior vigor, e entre as cultivares, o genótipo IRGA 417 (Tabela 2).

Tabela 2. Vigor inicial, florescimento e estatura do Ensaio de VCU de híbridos em cinco locais do Rio Grande do Sul, safra 2013/14. IRGA/EEA, Cachoeirinha, 2014.

Genótipos	Vigor ¹	Florescimento ² (dias)						Estatura (cm)				
	CCH	CCH	SVP	URG	CAM	CS	Média	CCH	SVP	CAM	CS	Média
IRGA1H	4	77	96	85	87	76	84	105	95	107	99	102
IRGA2H	3	84	99	104	102	83	94	103	91	110	107	103
QM1010	2	81	100	99	100	85	93	105	92	111	111	105
CT23020H	3	78	100	88	87	79	86	108	98	109	106	105
CT23034H	5	79	101	90	90	82	88	109	97	110	102	105
CT23057H	5	100	110	104	103	96	102	113	94	112	111	108
QM 1010 CL	4	83	105	102	97	84	94	106	97	111	107	106
Prime CL	3	69	83	72	79	67	74	100	88	103	94	96
IRGA 424	5	83	106	97	94	88	93	98	90	96	95	95
IRGA 417	2	73	89	82	80	75	80	95	87	96	94	93
Média	4	81	99	92	92	82	89	104	93	107	103	102

¹Vigor inicial das plântulas; ²Florescimento (80 % das panículas emitidas); CCH – Cachoeirinha; SVP – Santa Vitória do Palmar; URG – Uruguaiana; CAM – Camaquã; CCS – Cachoeira do Sul.

Em relação à variável florescimento, o híbrido CT23057H apresentou maior ciclo, com média de 102 dias, enquanto o híbrido comercial Prime CL obteve o menor ciclo, com média de 74 dias (Tabela 2). Dentre os materiais precoces, observou-se que o híbrido Prime CL apresentou menor ciclo que o genótipo IRGA 417. A safra agrícola 2013/14 foi marcada por elevadas temperaturas durante todo o ciclo da cultura, que pode ter contribuído para uma redução do ciclo do Prime CL em comparação ao IRGA 417, pois estes genótipos apresentam historicamente ciclos semelhantes. Provavelmente o híbrido Prime CL é mais influenciado pela soma térmica, o que reduz seu ciclo em anos quentes. Já a cultivar IRGA 417 apresenta maior estabilidade para esta característica.

De modo geral, os híbridos apresentaram uma estatura de plantas maior que as cultivares, sendo que o híbrido CT23057H obteve média de 108 cm, enquanto que a cultivar IRGA 424 apresentou média de 85 cm (Tabela 2).

Para a variável esterilidade de espiguetas, os híbridos apresentaram valores superiores em comparação às cultivares, sendo que o genótipo CT23057H obteve a maior esterilidade com média geral de 28,3%, enquanto que a cultivar IRGA 417 apresentou a menor esterilidade com média de 8,7% (Tabela 3).

Tabela 3. Esterilidade e rendimento de inteiros do Ensaio de VCU de híbridos em cinco locais do Rio Grande do Sul, safra 2013/14. IRGA/EEA, Cachoeirinha, 2014.

Genótipos	Esterilidade (%)					Rendimento de Inteiros (%)			
	CCH	SVP	CAM	CS	Média	CCH	CAM	CS	Média
IRGA1H	13,6	10,3	24,1	13,4	15,4	62,3	59,9	61,3	61,2
IRGA2H	26,3	26,2	26,7	19,2	24,6	62,6	63,0	63,0	62,9
QM1010	16,3	15,1	21,0	15,4	16,9	59,8	56,7	60,3	58,9
CT23020H	16,6	22,7	19,4	20,9	19,9	62,3	63,8	59,8	62,0
CT23034H	16,6	14,2	22,4	15,3	17,1	64,1	64,3	63,3	63,9
CT23057H	33,1	23,5	28,7	28,1	28,3	58,9	55,7	61,8	58,8
QM 1010 CL	13,4	12,0	22,0	15,2	15,6	61,2	57,8	60,3	59,7
Prime CL	16,6	25,8	22,3	11,5	19,1	.	60,4	59,3	59,8
IRGA 424	11,5	16,8	19,3	9,2	14,2	66,9	65,1	65,0	65,7
IRGA 417	7,5	10,9	5,5	10,7	8,7	66,6	64,2	63,3	64,7
Média	17,1	17,8	21,1	15,9	18,0	62,7	61,1	61,7	61,7

CCH – Cachoeirinha; SVP – Santa Vitória do Palmar; CAM – Camaquã; CCS – Cachoeira do Sul.

Como o híbrido é resultado do cruzamento entre parental restaurador e macho-estéril, é necessária a restauração da fertilidade do pólen para produção viável da planta híbrida. Por isso, a maior esterilidade dos híbridos pode ser causada por fatores genéticos, onde o parental masculino não consegue restaurar a fertilidade completamente. Por outro lado, o maior número de grãos por panícula do híbrido pode compensar esta característica negativa. No caso específico do híbrido CT23057H a esterilidade média de 28,3% pode ser causada pela interação dos fatores genéticos e fatores ambientais. Por apresentar ciclo tardio (Tabela 2), este genótipo pode ter sido afetado com baixas temperaturas durante o período reprodutivo, contribuindo para a elevada esterilidade de espiguetas (Tabela 3).

Para o rendimento de grãos inteiros, os híbridos obtiveram valores aceitáveis, ficando próximos dos valores das cultivares. Entre os híbridos, destaca-se o CT23034H, CT23020H e IRGA 2H com média de 64, 62 e 63%, respectivamente (Tabela 3).

Em relação ao índice de centro branco (CB), os híbridos IRGA 2H, CT23020H, CT23034H e CT23057H apresentaram valores entre 0,3 e 0,7 (Tabela 4), os quais satisfazem as exigências do mercado.

Para as demais variáveis associadas à qualidade de grãos, a maioria dos híbridos apresentou baixa temperatura de gelatinização e alto teor de amilose (Tabela 4). Estes dados demonstram avanços para as características de qualidade de grãos dos novos híbridos em relação aos comerciais.

Tabela 4. Características da qualidade de grãos Ensaio de VCU de híbridos em cinco locais do Rio Grande do Sul, safra 2013/14. IRGA/EEA, Cachoeirinha, 2014.

Genótipos	CB ¹			TG ²		AMI ³		
	CCH	CAM	Média	CCH	CAM	CCH	CAM	Média
IRGA1H	1,4	1,2	1,3	B/M	B/M	31	33	32
IRGA2H	0,9	0,4	0,6	B/A	B	28	30	29
QM1010	1,5	1,1	1,3	B	B	30	29	30
CT23020H	0,6	0,8	0,7	B	B	30	31	31
CT23034H	0,6	0,7	0,6	B	B	31	30	31
CT23057H	0,3	0,4	0,3	B	B	30	30	30
QM 1010 CL	1,2	0,9	1,1	B/M	B	28	29	29
Prime CL	.	1,4	1,4	M/A	B/M	27	27	27
IRGA 424	0,5	0,8	0,7	B	B	30	31	31
IRGA 417	0,4	0,6	0,5	B/A	B	29	32	31
Média	0,8	0,8	0,8	.	.	29	30	30

¹CB = Índice de Centro Branco (Notas de 0 a 5, sendo 0=grãos translúcidos e 5=grãos opacos; CIAT, 1989) ; ²TG = Temperatura de Gelatinização (Conceitos: A=alta, M=média, B=baixa; CIAT, 1989); ³AMI = Teor de amilose (%); CCH – Cachoeirinha; CAM – Camaquã.

CONCLUSÃO

A heterose padrão destaca a importância e viabilidade do cultivo de arroz híbrido no estado do Rio Grande do Sul, porém sua estimativa pode variar de acordo com os locais. Os híbridos comerciais se apresentaram mais produtivos que as cultivares, mas ainda possuem menor qualidade de grãos. Neste contexto, os novos híbridos CT23020H, CT23034H e CT23057H destacam-se pela elevada qualidade de grãos, demonstrando avanços genéticos para essas características.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CIAT. **Evaluación de la culinária y molinería del arroz**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1989. 73p.

SAS Institute. **SAS software, versão 8.0**. Cary, 2000.

AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ HÍBRIDO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL NA SAFRA 2014/15

Daniel Arthur Gaklik Waldow¹, Antonio Folgiarini de Rosso², Mara Grohs¹, Cleiton José Ramao³, Juliano Brum de Quevedo³, Roberto Carlos Doring Wolter², Davi Piazzeta¹, Michel Costa¹, Ingrid Tomazi⁴, Taiane Tomazi⁴

Palavras chave: Ensaio de VCU, heterose padrão, *Oryza sativa*, produtividade.

INTRODUÇÃO

Um dos principais desafios dos programas de melhoramento genético é desenvolver cultivares que apresentem alto potencial produtivo. A exploração da heterose pode ser uma ferramenta utilizada para incrementos nesta característica e consequentemente no progresso do programa.

Plantas de arroz híbrido apresentam um sistema radicular mais vigoroso, elevada capacidade de afilamento, maior número de panículas por área e maior peso de grãos, possibilitam incrementos em produtividade comparados aos obtidos com cultivares convencionais endogâmicas. O Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) iniciou seu Programa de Melhoramento de Arroz Híbrido na safra 2002/03 o qual objetiva desenvolver linhagens parentais e identificar as melhores combinações de híbridos com alto potencial produtivo que superem 15 a 20% a produtividade da melhor cultivar recomendada (Heterose Padrão), com ampla adaptação à região Sul do Brasil e qualidade de grãos.

Este trabalho teve por objetivo avaliar e identificar o comportamento de genótipos de arroz híbridos em diferentes locais para produtividade e características agrônômicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios de rendimento de grãos VCU (Valor de Cultivo e Uso) foram conduzidos em sete locais do estado do Rio Grande do Sul: Bagé, Santa Maria, Cachoeira do Sul, Uruguaiana, Santa Vitória do Palmar, Camaquã e Cachoeirinha. Em todos os locais foram testados nove genótipos, dos quais três híbridos novos desenvolvidos pelo programa do IRGA (IRGA 1H, IRGA 2H e IRGA 5H) e dois híbridos novos desenvolvidos pelo CIAT (CT23034H e CT23144H), estes últimos fazem parte de uma parceria com o Programa HIAAL (Híbridos de Arroz para a América Latina). Foram utilizados dois híbridos comerciais (QM 1010 CL e Prime CL) e duas cultivares testemunhas (IRGA 417 e IRGA 424).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições. A densidade de semeadura para os híbridos foi de 40 Kg ha⁻¹ e para as cultivares convencionais de 90 kg ha⁻¹. A adubação de base foi realizada conforme análise de solo de cada local. A adubação nitrogenada foi de 132 kg ha⁻¹ de N, parceladas em duas épocas.

Foram avaliadas as seguintes variáveis: vigor inicial das plântulas, número de dias da emergência ao florescimento (DAE), estatura de plantas, rendimento de grãos corrigindo para umidade de 13%, esterilidade de espiguetas, rendimento de engenho, rendimento de grãos inteiros, índice de centro branco (CB), temperatura de gelatinização (TG).

Foi realizada a análise de resíduos e teste de normalidade para todas as variáveis. Para rendimento de grãos, os dados foram submetidos à análise de variância individual e conjunta (SAS, 2000). A comparação de médias foi realizada pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro. As demais variáveis foram calculadas pela média das quatro repetições em cada local.

¹ Engº Agrº, M. Sc., Instituto Rio Grandense do Arroz – IRGA. Av. Bonifácio C. Bernardes, 1494, CEP: 94930-030, Cachoeirinha, RS. E-mail: daniel-waldow@irga.rs.gov.br

² Engº Agrº, Dr., Instituto Rio Grandense do Arroz.

³ Engº Agrº, Instituto Rio Grandense do Arroz.

⁴ Tec. Agr., Instituto Rio Grandense do Arroz.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência ocorreu nos dias 03/11/2014 em Santa Vitória do Palmar, 05/11/2014 em Cachoeirinha-EEA, 05/11/2014 em Santa Maria, 07/11/2014 em Cachoeira do Sul, 07/11/2014 em Uruguaiana, 10/11/2014 em Bagé e 01/12/2014 em Camaquã.

Através da análise de variância da produtividade foi observada interação significativa entre os genótipos e os locais ($P < 0,0001$), desta forma foi realizado o teste de médias dos genótipos dentro de cada local. Os dados de produtividade para cada local estão apresentados na Tabela 1. O coeficiente de variação (CV) foi baixo para todos os locais variando de 2,48 a 10,38%, que mostra a uniformidade dentro dos experimentos. De maneira geral, os híbridos apresentaram elevado potencial produtivo superando às cultivares testemunha. Na média de todos os locais o híbrido mais produtivo foi QM 1010 CL com 12.047 kg ha⁻¹, enquanto que a cultivar mais produtiva foi a IRGA 424 com 10.161 kg ha⁻¹, obtendo uma heterose padrão de 18,56% no experimento (Tabela 1).

Tabela 1. Rendimento de grãos de genótipos de arroz híbrido em sete locais do Rio Grande do Sul, safra 2014/15. IRGA/EEA, Cachoeirinha, 2015.

Genótipos	Rendimento de Grãos (kg ha ⁻¹)							Média
	CCH	CAM	SM	URG	CS	BAG	SVP	
QM 1010 CL	10320 a	10796 a	12433 a	12554 a	12597 a	12905 ab	12722 a	12047
CT23144H	9395 ab	8284 c	12216 a	12769 a	10478 bc	13253 a	12208 ab	11229
IRGA 2H	9214 ab	9820 ab	11426 b	11403 ab	12425 ab	11163 abc	11803 abc	11036
IRGA 1H	8632 bc	8318 c	10603 c	11677 ab	10978 abc	13305 a	12209 ab	10817
Prime CL	- -	10800 a	9287 d	8367 c	- -	10212 bc	11780 abc	10089
IRGA 5H	7430 cd	10811 a	9423 d	11597 ab	10318 bc	11501 abc	12095 abc	10454
IRGA 424	8639 bc	9119 bc	9567 d	10722 ab	11045 abc	10896 abc	11138 bc	10161
CT23034H	7832 cd	9546 abc	11696 b	10457 abc	9906 c	10935 abc	10621 cd	10142
IRGA 417	7301 d	8442 bc	8477 e	9523 bc	9860 c	9517 c	9470 d	8941
Média	8757 D	9698 C	10558 B	10970 AB	11049 AB	11286 A	11463 A	10546
CV (%)	7,15	7,89	2,48	10,38	10,77	11,65	6,95	8,54
Vantagem (%)	19,46	18,55	29,96	19,09	14,05	22,11	14,22	18,56

CCH – Cachoeirinha; CAM – Camaquã; SM – Santa Maria; URG – Uruguaiana; CS – Cachoeira do Sul; BAG – Bagé; SVP – Santa Vitória do Palmar; CV (%) – Coeficiente de Variação; - Dados perdidos. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

Santa Vitória do Palmar e Bagé obtiveram produtividades médias de 11.463 kg ha⁻¹ e 11.286 kg ha⁻¹, respectivamente, enquanto que Cachoeirinha, Camaquã e Santa Maria apresentaram médias de 8.757 kg ha⁻¹, 9.698 kg ha⁻¹ e 10.558 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 1). Pelas condições ambientais menos favoráveis como temperaturas baixas no final do ciclo, era esperado que Santa Vitória do Palmar apresentasse menor rendimento de grãos que Uruguaiana. Porém, as produtividades médias em Uruguaiana, Cachoeira do Sul, Bagé e Santa Vitória do Palmar foram elevadas, não permitindo a diferenciação destes locais pelo teste de Duncan.

Para cálculo da heterose padrão é utilizado o híbrido que apresenta maior valor de produtividade em cada local. Desta forma, em Cachoeirinha, Santa Maria, Cachoeira do Sul e Santa Vitória do Palmar, o híbrido QM 1010 CL obteve maior valor. Enquanto que em Camaquã, Uruguaiana e Bagé os híbridos IRGA5H, CT23144H e IRGA 1H apresentaram maior média para cada local, respectivamente (Tabela 1). Estes dados comprovam que houve interação significativa entre genótipo e ambiente no experimento. Porém, o híbrido comercial QM1010 CL apresentou produtividade elevada em todos os locais, não diferindo estatisticamente dos três híbridos nos respectivos locais anteriormente citados, mostrando-se bem adaptado às diferentes condições climáticas do estado. Entre as cultivares, IRGA 424 apresentou as maiores produtividades em todos os locais (Tabela 1).

A maior heterose padrão (vantagem do melhor híbrido sob a melhor cultivar) foi

encontrada em Santa Maria, onde a produtividade do híbrido foi 29,96% superior a cultivar. Já a menor heterose padrão (14,05%) foi observada em Cachoeira do Sul (Tabela 1). As vantagens do híbrido em relação a cultivar foram diferentes em cada local. Dentre os genótipos HIAAL, o híbrido CT23144H apresentou maior rendimento de grãos com média de 11.229 kg ha⁻¹ (Tabela 1).

Na Tabela 2 são apresentadas as demais características avaliadas no experimento, onde o híbrido Prime CL e a cultivar IRGA 417 obtiveram maior vigor inicial das plântulas com nota média de 3. Comparando os genótipos HIAAL, o híbrido CT23144H apresentou maior vigor com média de 5, que mostra avanço nesta característica, já que esta safra foi a primeira avaliação deste genótipo no ensaio.

Tabela 2. Média das características agrônômicas e associadas à qualidade de grãos do Ensaio de VCU de híbridos em sete locais do Rio Grande do Sul, safra 2014/15. IRGA/EEA, Cachoeirinha, 2015.

Genótipos	Vigor ¹	Floresc. ²	Estatuta (cm)	Esterilidade (%)	Engenho (%)	Inteiros (%)	CB ³	TG ⁴
IRGA 1H	5	84	95	12,81	68,5	55,5	0,7	MB
IRGA 2H	5	94	102	16,00	68,5	59,7	0,4	MB
IRGA 5H	7	80	95	10,44	69,5	57,3	0,9	M
CT23034H	7	94	103	15,71	69,4	59,2	0,3	B
CT23144H	5	103	106	18,14	68,3	56,6	0,6	B
QM 1010 CL	5	95	104	13,00	67,7	55,4	0,8	MB
PRIME CL	3	79	97	11,73	69,3	54,9	0,7	MA
IRGA 424	6	96	92	12,48	69,1	59,9	0,5	B
IRGA 417	3	83	90	9,14	69,0	62,8	0,1	B
Média	5	90	98	13,27	68,8	57,9	0,6	B

¹Vigor = Vigor inicial das plântulas (Notas de 1 a 9, onde 1=alto vigor e 9=baixo vigor); ²Floresc. = Número de dias da emergência ao florescimento (DAE); ³CB = Índice de Centro Branco (Notas de 0 a 5, sendo 0=grãos translúcidos e 5=grãos opacos; CIAT, 1989); ⁴TG = Temperatura de Gelatinização (Conceitos: A=alta, M=média, B=baixa; CIAT, 1989).

Em relação à variável florescimento, o híbrido CT23144H apresentou maior ciclo, com média de 103 dias, enquanto o híbrido comercial Prime CL obteve o menor ciclo, com média de 79 dias (Tabela 2). Dentre os materiais precoces, observou-se que o híbrido Prime CL apresentou menor ciclo que o genótipo IRGA 417. Provavelmente o híbrido Prime CL é mais influenciado pelas condições ambientais, o que pode ter reduzido seu ciclo. Já a cultivar IRGA 417 apresenta maior estabilidade para esta característica.

Para estatura de plantas, os híbridos obtiveram valores superiores às cultivares na média dos locais, sendo que o híbrido CT23144H apresentou 106 cm para esta variável (Tabela 2). Ao longo dos anos esta observação vem se mantendo, provavelmente devido à heterose positiva da estatura de plantas em arroz.

De forma geral, a esterilidade de espiguetas foi superior nos híbridos em comparação às cultivares (Tabela 2), sendo que o genótipo CT23144H obteve a maior esterilidade com média geral de 18,14%, enquanto que a cultivar IRGA 417 apresentou a menor esterilidade com média de 9,14% (Tabela 2). A maior esterilidade observada para o genótipo HIAAL pode estar relacionada com os dias da emergência ao florescimento, já que apresentou maior ciclo, e provavelmente comprometeu a fertilidade das espiguetas com baixas temperaturas durante o período reprodutivo. Além disso, como o híbrido é resultado do cruzamento entre parental restaurador e macho-estéril, é necessária a restauração da fertilidade do pólen para produção viável da planta híbrida. Por isso, a maior esterilidade dos híbridos pode ser causada por fatores genéticos, onde o parental masculino não consegue restaurar a fertilidade completamente. Apesar disso, o híbrido CT23144H apresentou boa produtividade, que pode ser explicada pelo maior número de grãos por panícula do híbrido

em comparação a cultivar, compensando a característica negativa de esterilidade de grãos.

Em relação ao rendimento de engenho, não foi observado diferença relevante entre os genótipos avaliados. Por outro lado, para o rendimento de grãos inteiros, a cultivar IRGA 417 apresentou valores superiores em comparação aos demais genótipos com média de 62,8%. Entre os híbridos, destaca-se o CT23034H e IRGA 2H com média de 59,2 e 59,7%, respectivamente, ficando próximo dos valores encontrados para a cultivar IRGA 424 (Tabela 2).

Para índice de centro branco (CB), o genótipo CT23034H apresentou menor valor dentre os híbridos com média de 0,3, ficando próximos dos valores encontrados para as cultivares IRGA 417 e IRGA 424 com médias de 0,1 e 0,5, respectivamente. Os híbridos obtiveram índice de centro branco variando de 0,3 a 0,9 (Tabela 2), os quais satisfazem as exigências do mercado.

Os híbridos CT23034H e CT230144H apresentaram temperatura de gelatinização baixa, da mesma forma que as cultivares IRGA 417 e IRGA 424 (Tabela 2). Os demais genótipos mostraram diferenças para esta característica, com valores de médio-baixo a médio-alto. Como os grãos formados da planta híbrida segregam (são sementes F₂), provavelmente os parentais do híbrido possuem variabilidade para temperatura de gelatinização. Porém, de modo geral, os dados demonstram avanços para as características associadas à qualidade de grãos dos novos híbridos em relação aos comerciais.

CONCLUSÃO

Na média dos locais, a heterose padrão da produtividade foi de 18,56% na safra 2014/15, destacando a importância e viabilidade do cultivo de arroz híbrido no estado do Rio Grande do Sul, porém sua estimativa pode variar de acordo com o potencial produtivo de cada local. Os híbridos comerciais se apresentaram mais produtivos que as cultivares, mas ainda possuem menor qualidade de grãos. Por outro lado, os novos híbridos destacam-se pela melhor qualidade de grãos, contribuindo no avanço genético para essas características.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CIAT. **Evaluación de la culinaria y molineria del arroz**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1989. 73p.

SAS Institute. **SAS software, versão 8.0**. Cary, 2000.

AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO DA EMBRAPA QUANTO A TOXIDEZ DE FERRO, SAFRA 2014/2015

Tuise Kuhn Krüger¹; Gabriel Almeida Aguiar²; Eduardo Anibeles Streck²; Ariano Martins de Magalhães Jr.³; Paulo Ricardo dos Reis Fagundes³; Matheus Plantikow Huber⁴

Palavras-chave: desordem nutricional, melhoramento genético, toxidez indireta.

INTRODUÇÃO

O arroz é um dos alimentos mais importantes do mundo, pois, é o principal componente da dieta básica da população. Para a atual safra brasileira 2014/15 de arroz a produção média foi 3,5% superior em relação à safra 2013/14, atingindo 12.544 mil toneladas. O Rio Grande do Sul, responsável por 68,8% da produção nacional do cereal, alcançou a maior média de produtividade da história, 7.700 kg ha⁻¹, 6,3% maior do que a safra 2013/14 (CONAB, 2015).

No entanto, um dos fatores que podem prejudicar a produtividade da cultura do arroz irrigado é a toxidez por excesso de ferro. O alagamento do solo promove a solubilização de ferro, podendo o acúmulo de Fe²⁺ na solução do solo atingir níveis tóxicos ao arroz (SOSBAI, 2014). Essa desordem nutricional pode ocorrer em plantas sensíveis ao ferro, por absorção excessiva do elemento pela planta, chamada de toxidez direta, causando um efeito de bronzeamento na planta ou pelo acúmulo de ferro nas raízes das plantas formando placas que impedem a absorção dos demais elementos provocando uma deficiência nutricional múltipla de diversos nutrientes, sendo conhecida por toxidez indireta, que ocasiona o alaranjamento das folhas, bem como sua ocorrência pode gerar drásticas reduções na produtividade. A toxidez indireta é a forma predominante nas condições brasileiras e é a mais importante (MAGALHÃES JR. et al., 2009).

Essa desordem nutricional no cultivo de arroz irrigado tornou-se evidente a partir de 1980, onde, com a substituição das cultivares tradicionais pelas variedades modernas de porte baixo, permitiu que o potencial de produtividade do arroz duplicasse, com os lançamentos das cultivares BR IRGA 409 e BR IRGA 410. No entanto, este processo conjuntamente acarretou na limitação da base genética das cultivares, tornando-as mais vulneráveis tanto a estresses bióticos, quanto a estresses abióticos, como por exemplo, a toxidez por ferro. Uma alternativa eficiente para evitar os efeitos da toxicidade por ferro em lavouras de arroz irrigado é a utilização de cultivares tolerante (MAGALHÃES JR. et al, 2007). Dessa maneira, a finalidade deste trabalho foi avaliar genótipos de arroz irrigado do programa de melhoramento da Embrapa, frente à desordem nutricional ocasionada pelo excesso de ferro no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no campo experimental da Estação Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, no município de Capão do Leão - RS, no ano agrícola de 2014/2015. O solo é um Planossolo, sendo a área preparada realizando-se a retirada do horizonte A e exposição do horizonte B. A irrigação por inundação foi realizada 10 dias após a emergência das plantas. Foram avaliadas 45 linhagens do programa de melhoramento genético da Embrapa, e 4 cultivares comerciais testemunhas: 2 de ciclo precoce, BRS Querência e IRGA 417, consideradas médio tolerante e suscetível, respectivamente, e 2 de ciclo médio, BRS 7 "TAIM" e BR IRGA 409, consideradas médio tolerante e suscetível, respectivamente. Foi utilizado delineamento experimental Látice Triplo 7X7, com três

¹Estudante de Agronomia UFPel / Estagiária Embrapa Clima Temperado, Rua Marcílio Dias, 1608 CEP 96020-480 tuisekruger@gmail.com

²Doutorando - Programa de Pós-graduação em Agronomia UFPel

³Pesquisador, Embrapa Clima Temperado

⁴Estagi  rio Embrapa Clima Temperado

repetições, constituído de parcelas com quatro linhas de três metros de comprimento, espaçadas a 20 cm entre si. A densidade de semeadura foi de 100 kg ha⁻¹, implantadas no sistema de plantio direto.

Os sintomas de toxidez indireta por ferro foram avaliados visualmente aos 40, 70 e 100 dias após a emergência das plantas (DAE) através dos sintomas de descoloração (amarelecimento ou alaranjamento das folhas) com notas de 1,0 a 3,5 para tolerante; 3,6 a 5,5 para médio tolerante; 5,6 a 7,5 para médio suscetível; e 7,6 a 9,0 para suscetível. Os níveis de toxicidade foram representados a partir da média ponderada, atribuindo peso 2 para avaliação aos 40 DAE, peso 6 aos 70 DAE e peso 2 aos 100 DAE.

Os dados foram submetidos à análise de variância univariada, e a discriminação entre genótipos considerou o teste de agrupamento de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software ASSISTAT (2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme pode ser observado na Tabela 1, os genótipos foram classificados em três categorias segundo os critérios pré-estabelecidos (tolerante, médio tolerante, médio suscetível). As testemunhas demonstraram eficiência como parâmetro comparativo no controle ambiental. Sendo que, as cultivares BRS Querência e BRS 7 “Taim” foram categorizadas como médio tolerante, e as cultivares IRGA 417 e BR IRGA 409 apresentaram-se como médio suscetível. Os dados desta safra demonstram uma menor severidade do estresse diante do experimento quando comparado com MAGALHÃES JR. et al., 2005; MAGALHÃES JR. et al., 2007 e MAGALHÃES JR. et al., 2009; podendo ser decorrente da menor disponibilidade de ferro no solo, por questões climáticas.

A linhagem AB13713 apresentou a menor magnitude média, sendo classificada como tolerante ao estresse, ou seja, apresentou melhor reação ao estresse por ferro, contudo, estatisticamente, não diferiu pelo agrupamento de Scott Knott da cultivar BRS Querência que apresentou média tolerância, conforme mostra a Tabela 1. Além disso, 27 genótipos se enquadraram como médio tolerante, sendo que 11 destas linhagens foram melhores que a segunda melhor testemunha BRS 7 “Taim”. As demais linhagens foram consideradas médio suscetível, onde, constatou-se que a suscetibilidade ao ferro mostrou-se com maior sintoma nas linhagens AB12660 e AB12676, apresentando uma média ponderada de 6,8 e 7,4, respectivamente, assim como na testemunha comercial BR IRGA 409 obtendo média ponderada igual a 7,0.

Observou-se que os dados seguem a distribuição normal dos erros pelo teste de Shapiro-Wilk e, evidenciaram boa precisão experimental, visto que, o coeficiente de variação (CV) foi de 7,5%, situando-se abaixo de 20%, que é um limite postulado para uma eficiente experimentação.

Tabela 1. Reação de genótipos de arroz irrigado frente à toxidez por ferro – Safra 2014/2015. Embrapa Clima Temperado, 2015.

Genótipo	40 DAE	70 DAE	100 DAE	Média Ponderada*	Reação**
AB13713	3,5	3,4	3,5	3,4a	Tolerante
BRS Querência	4,3	3,2	4,5	3,7a	Médio Tolerante
AB14001	3,7	4,3	4,3	4,2b	Médio Tolerante
AB13691	4,5	4,0	5,0	4,3b	Médio Tolerante
AB13010	3,5	4,5	5,3	4,5c	Médio Tolerante
AB13718	3,7	4,3	5,8	4,5c	Médio Tolerante
AB13692	5,0	4,3	5,0	4,6c	Médio Tolerante
AB13715	4,2	4,8	4,3	4,6c	Médio Tolerante
AB13724	3,3	4,9	5,0	4,6c	Médio Tolerante
AB12683	4,7	4,7	5,0	4,7c	Médio Tolerante
AB14002	3,8	5,0	4,7	4,7c	Médio Tolerante
AB13704	4,8	4,9	4,5	4,8c	Médio Tolerante

Genótipo	40 DAE	70 DAE	100 DAE	Média Ponderada*	Reação**
AB14003	3,8	5,0	5,0	4,8c	Médio Tolerante
BRS 7 Taim	4,5	5,0	5,2	4,9c	Médio Tolerante
AB13708	4,3	5,1	5,2	4,9c	Médio Tolerante
AB13720	4,3	5,3	4,3	4,9c	Médio Tolerante
AB10572	4,5	5,3	4,5	5,0c	Médio Tolerante
AB12546	5,0	5,2	4,5	5,0c	Médio Tolerante
AB12597	4,0	5,3	5,3	5,1c	Médio Tolerante
AB13008	4,7	5,3	5,2	5,2c	Médio Tolerante
AB13001	4,7	5,5	5,3	5,3d	Médio Tolerante
AB13012	4,7	5,5	5,2	5,3d	Médio Tolerante
AB13006	4,0	5,7	5,8	5,4d	Médio Tolerante
AB13712	5,3	5,3	5,7	5,4d	Médio Tolerante
CNA 9903	3,7	5,8	5,7	5,4d	Médio Tolerante
AB13002	4,4	6,1	5,0	5,5d	Médio Tolerante
AB14005	4,3	5,8	5,5	5,5d	Médio Tolerante
BRA 051108	4,3	5,8	5,5	5,5d	Médio Tolerante
AB10501	4,5	5,8	5,9	5,6d	Médio Suscetível
AB12625	5,0	5,9	5,3	5,6d	Médio Suscetível
AB13003	5,3	5,7	5,7	5,6d	Médio Suscetível
AB13005	4,0	5,8	6,3	5,6d	Médio Suscetível
AB13705	4,2	6,1	5,7	5,6d	Médio Suscetível
AB13706	4,2	6,3	5,0	5,6d	Médio Suscetível
H7 CL	5,3	5,7	5,7	5,6d	Médio Suscetível
AB14006	5,3	5,7	5,8	5,6d	Médio Suscetível
AB11551	5,5	5,8	5,5	5,7d	Médio Suscetível
AB13689	5,0	6,0	5,5	5,7d	Médio Suscetível
AB13719	4,8	6,0	6,5	5,9e	Médio Suscetível
AB11502	5,3	6,0	6,6	6,0e	Médio Suscetível
AB12614	5,5	5,9	6,8	6,0e	Médio Suscetível
IRGA 417	5,2	6,0	7,0	6,1e	Médio Suscetível
AB12604	5,7	6,3	5,8	6,1e	Médio Suscetível
AB13687	5,8	6,3	5,8	6,1e	Médio Suscetível
AB14004	5,3	6,2	6,3	6,1e	Médio Suscetível
AB13707	5,8	6,3	6,3	6,2e	Médio Suscetível
AB12660	5,0	7,3	6,8	6,8f	Médio Suscetível
BR IRGA 409	6,2	7,0	7,7	7,0f	Médio Suscetível
AB12676	6,3	7,8	7,5	7,4f	Médio Suscetível
Média	4,7	5,5	5,5	5,3	
CV (%)	7,5				

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste Scott-Knott à 1% de probabilidade.

**0 a 3,5, tolerante; 3,6 a 5,5, médio tolerante; 5,6 a 7,5, médio suscetível e 7,6 a 9, suscetível.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos com esse experimento indicam a existência de variabilidade genética entre os genótipos testados para o caráter de estresse por ferro. Visto que, das 45 linhagens analisadas, obteve-se um resultado de médio tolerante para 27 delas. A reação satisfatória foi obtida com a linhagem AB13713, que apresentou tolerância à toxidez por ferro, como também a cultivar comercial BRS Querência que continuamente está expressando uma boa tolerância ao excesso de ferro no solo, podendo contribuir com a cadeia produtiva do arroz irrigado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos**. V.2 Safra 2014/15, N. 9 – Nono Levantamento, Brasília, junho/2015. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_11_09_00_38_boletim_graos_junho_2015.pdf. Acesso em 11 jun. 2015.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO - SOSBAI. **Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Bento Gonçalves: SOSBAI, 2014. 189p.

SILVA, F. A. S. **ASSISTAT**: Versão 7.7 Beta. DEAG-CTRN-UFCG. Atualizado em 1º de abril de 2015. Disponível em: www.assistat.com/indexp.html

MAGALHÃES JR, A. M. de; FAGUNDES, P. R. R.; GOMES, A. S.; PETRINI, J. A.; FRANCO, D. F.; SEVERO, A.; SOARES, R. C.; BENDER, R. Seleção de linhagens de arroz irrigado do programa de melhoramento da Embrapa à toxicidade por ferro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4 ; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26, 2005, Santa Maria. Anais... Santa Maria: UFSM, 2005. p.204-206.

MAGALHÃES JR., A. M de; FAGUNDES, P. R. R; GOMES, A. S; FRANCO, D. F.; SEVERO, A. Avaliação de linhagens de arroz irrigado à toxicidade por ferro do programa de melhoramento da Embrapa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 27., 2007, Pelotas. Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. p. 108-111.

MAGALHÃES JR, A. M. de FAGUNDES, P R. R; FRANCO, D. F.; SEVERO, A., FONSECA, G. DE M. DA. Comportamento de linhagens de arroz irrigado da Embrapa à toxidez por ferro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 6.; 2009, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: Palotti, 2009. P.56-59.

AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO EM REGIÃO DE ELEVADA ALTITUDE, SUJEITA A BAIXAS TEMPERATURAS 2013/14 - 2014/15

Rubens Marschalek¹; Diane Simon Rozzetto²; Alexander de Andrade³; Ester Wickert⁴

Palavras-chave: *Oryza sativa*, frio, estresse abiótico, melhoramento genético, produtividade

INTRODUÇÃO

Oryza sativa é uma espécie de origem tropical, cultivada em diversas regiões do mundo, sob diferentes condições climáticas e sistemas de produção. Devido à extensa área geográfica na qual é cultivada, está sujeita a temperaturas desfavoráveis durante seu desenvolvimento. Na região sul do Brasil, principal produtora brasileira de arroz a ocorrência de baixas temperaturas durante as fases críticas de desenvolvimento está relacionada a oscilações na produtividade (STEINMETZ et al., 2005). Quando o frio ocorre na fase de implantação da cultura, observam-se falhas no estande. Se ocorrer na fase reprodutiva, aumenta o índice de esterilidade das espiguetas, o que poderia ser amenizado pela utilização de cultivares tolerantes.

Santa Catarina é responsável por grande parte do cultivo nacional de arroz, sendo a Região do Alto Vale do Itajaí é uma importante região produtora. Os cultivares disponibilizados pela Epagri nos últimos anos tem um potencial produtivo superior a 10 t ha⁻¹, e embora a produtividade média de arroz na referida região seja elevada, existem alguns fatores que podem limitá-la, entre eles está a ocorrência de baixas temperaturas na fase reprodutiva. A temperatura limite tolerada pelo arroz na fase reprodutiva é 15-17°C (SOSBAI, 2014). As elevadas altitudes das lavouras do Alto Vale do Itajaí (300 a 600 m) predisõem as mesmas à ocorrência de frio durante o desenvolvimento da cultura, especialmente no período reprodutivo, com as inesperadas frentes frias.

O melhoramento para tolerância ao frio em arroz baseia-se geralmente na seleção fenotípica em nível de campo, o que é uma tarefa difícil, pois trata-se de um fator abiótico, cuja ocorrência e intensidade são de difícil previsibilidade. A Epagri iniciou as atividades relacionadas à tolerância ao frio em 2007/08, e a partir daí foram conduzidos anualmente experimentos em câmara de crescimento controlado, além de ensaios tanto nas condições extremas do outono/inverno de Itajaí, quanto em época de plantio normal (primavera) nas áreas de elevada altitude. Em todos eles há forte indício da existência de variabilidade para tolerância ao frio na fase reprodutiva. Outros programas de melhoramento genético de arroz irrigado, como o de Hokkaido (Japão), também experimentaram resultados semelhantes, obtendo linhagens tolerantes, embora não tivessem sido selecionadas para a tolerância a frio. Não se percebeu em Hakkaido, nenhuma relação entre o grau de tolerância ao frio na fertilização com o pedigree dos cultivares (SHINADA et al., 2013). Ao longo dos últimos anos a Epagri selecionou materiais promissores para tolerância a baixas temperaturas no período reprodutivo, e avaliou-os sob condições de cultivo em região de elevada altitude, com temperatura média mais baixa, e risco de frio na fase reprodutiva (MARSCHALEK et al., 2011; MARSCHALEK et al., 2013). Assim como os estudos anteriores, esta investigação teve como objetivo avaliar a produtividade de genótipos de arroz em condições potenciais de estresse por frio na fase reprodutiva..

¹ Eng. Agr. Dr.sc.agr, Epagri – Estação Experimental de Itajaí, Itajaí-SC-Brasil e-mail: rubensm@epagri.sc.gov.br

² Eng^a, Agr^a, M.Sc., Doutoranda USP/ESALQ, Piracicaba-SP-Brasil, dsrozetto@gmail.com

³ Eng. Agr. Dr., Epagri – Estação Experimental de Itajaí, Itajaí-SC-Brasil e-mail: alexanderdeandrade@epagri.sc.gov.br

⁴ Eng^a, Agr^a, Dr^a, Epagri – Estação Experimental de Itajaí, Itajaí-SC-Brasil e-mail: esterwickert@epagri.sc.gov.br

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos durante as safras de 2013/14 e 2014/15 na propriedade do agricultor Antônio Carlos Contezini, na localidade de Rio Azul (Rio do Campo - SC), a uma altitude de 596 m (26°53'19,58"S; 50°11'47,08"N). Foi utilizado o delineamento de blocos aleatorizados com três repetições. Durante a safra de 2013/14 foram avaliados 28 genótipos sendo eles 24 linhagens pertencentes ao programa de melhoramento de arroz da Epagri e quatro cultivares (Epagri 106, Epagri 109, SCS 116 Satoru, SCS 118 Marques) utilizadas como testemunhas. Na safra 2014/15 foram avaliados 53 genótipos (50 linhagens e 3 cultivares como testemunhas), sendo elas Epagri 106, Epagri 109, SCS116 Satoru. A densidade de semeadura nos dois anos foi de 160 kg ha⁻¹, sendo feita em parcelas de 2,0 x 2,5 m em 10/10/2013 e parcelas de 2,0 x 3,0 m em 8/10/2014, sob cultivo em sistema pré-germinado (área colhida na parcela foi de 1 m²).

As adubações e demais tratamentos fitossanitários seguiram as recomendações da Epagri (EBERHARDT e SCHIOCCHET, 2012). Os dados foram submetidos à análise da variância por meio do programa R (CORE TEAM, 2015) e as médias para os genótipos foram comparadas através do teste de Scott-Knott a 5% de significância. O modelo matemático utilizado foi o seguinte: $y_{ij} = \mu + g + a + b + g^*a + e$

Onde: "y", é produtividade observada na parcela que recebeu determinado genótipo em determinada repetição; μ , é a média da população; "g", é o efeito do genótipo; "a" é o efeito do ano; b: efeito do bloco; g^* a: efeito da interação genótipo*ano; e: erro experimental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na safra 13/14 e 14/15 a temperatura média durante o cultivo foi de 21,11° C (INMET) e 21° C (Estação Meteor. Portátil no experimento) respectivamente, sendo que em 19 dias houve temperaturas menores 17° C na fase reprodutiva (microsporogênese até antese) na safra 13/14, e 12 dias na safra 14/15. A análise de variância para o caráter produtividade de grãos avaliados para as safras 13/14 e 14/15 (Tabela 1), resultou em diferenças significativas entre os genótipos avaliados. Houve interação Genótipo x Ano, portanto, o comportamento dos genótipos não pode ser generalizado para diferentes anos.

Tabela 1. Análise de variância para o caráter produtividade de grãos em genótipos de arroz cultivados em Rio do Campo (SC), a 596 m de altitude, durante as safras de 2013/14 e 2014/15.

FV	GL	SQ	QM	F	Pr(>F)
Genotipo	56	1,89E+08	3373880	5,122	6,13E-14
Bloco	2	27496990	13748495	20,873	1,81E-08
Ano	1	69517420	69517420	105,542	<0.0000001
Genótipo x Ano	24	36627420	1526142	2,317	0,00163
Resíduo	116	76405582	658669		

Embora nas regiões produtoras de arroz no Brasil não seja comum a ocorrência de temperaturas extremas, a tolerância ao frio tem sido considerada um dos objetivos para os programas de melhoramento. Isto se deve ao fato de que nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina anualmente ocorrem prejuízos devido à ocorrência do estresse nos estágios críticos da cultura. A principal limitação trazida pelo frio no Rio Grande do Sul se dá no período vegetativo devido à dificuldade de estabelecimento da cultura. Já em Santa Catarina o maior risco ocorre no período reprodutivo, especialmente em algumas regiões de maior altitude (MARSCHALEK et al., 2013). No período reprodutivo são observados os danos mais graves devido ao frio, com um grande número de espiguetas vazias, fato este que pode ser atribuído à má formação do grão de pólen (microsporogênese), o que inviabiliza o mesmo, e na antese, à não fertilização devido à indeiscência de anteras e/ou imaturidade de grãos de pólen (YOSHIDA, 1981; CRUZ e MILACH, 2000; ROZZETTO,

2015). Os sintomas mais evidentes de dano pelo frio nesta fase são má exposição das panículas, mancha nas espiguetas e principalmente esterilidade de grãos (SOUZA, 1990)

Tabela 2. Produtividade média de genótipos durante as safras de 2013/14 e 2014/15, e a produtividade média dos genótipos comuns aos dois anos.

Genótipo	Rend ¹ 2013/14		Genótipo	Rend ¹ 2014/15		Genótipo	Rend ¹ 2013/14		Genótipo	2013 /14 ¹	2014 /15 ¹
SC817	9370	a	SC849	8700	a	SC786	6857	a	Epagri 106	6985	5296*
SC756	9160	a	SC790	8419	a	SC846	6767	a	Epagri 109	8060	4511*
SC754	9045	a	SC817	8391	a	SC818	6622	a	SC491	7614	6455 ^{ns}
SC736	9019	a	SC806	8301	a	SC788	6596	a	SC584	8209	7039 ^{ns}
SC681	8993	a	SC831	8190	a	SC778	6593	a	SC676	8674	8011*
SC686	8757	a	SC853	8128	a	SC865	6509	a	SC679	7133	4472*
SC759	8725	a	SC676	8011	a	SC491	6455	a	SC681	8993	7309*
SC676	8674	a	SC811	7962	a	SC802	6452	a	SC686	8757	7134*
SC702	8435	a	SC863	7883	a	SC787	6433	a	SC702	8435	6169*
SC584	8209	a	SC777	7817	a	SC784	6413	a	SC736	9019	7339*
Epagri 109	8060	b	SC757	7777	a	SC820	6333	a	SC753	7562	7702 ^{ns}
SC819	8021	b	SC797	7727	a	SC799	6229	a	SC754	7591	6945*
SC755	7950	b	SC753	7702	a	SC702	6169	a	SC755	7950	6915 ^{ns}
SC757	7914	b	SC843	7680	a	SC819	6069	a	SC756	9160	7595*
SC724	7797	b	SC835	7615	a	SC776	5786	b	SC757	7914	7777 ^{ns}
SC760	7741	b	SC756	7595	a	SC793	5385	b	SC759	8725	7310*
SC866	7642	b	SC834	7417	a	Epagri 106	5296	b	SC760	7741	5015*
SC491	7614	b	SC736	7339	a	SC760	5015	b	SC763	7242	7316 ^{ns}
SC754	7591	b	SC763	7316	a	SC848	4675	b	SC817	9370	8391 ^{ns}
SC753	7562	b	SC759	7310	a	Epagri 109	4511	b	SC818	6943	6622 ^{ns}
SCS118											
Marques	7424	b	SC681	7309	a	SC679	4472	b	SC819	8021	6069*
						SCS116					
SC682	7384	b	SC842	7287	a	Satoru	4392	b	SC865	7171	6509 [§]
SCS116											
Satoru	7308	b	SC782	7244	a	SC866	3546	b	SC866	7642	3546*
SC763	7242	b	SC686	7134	a	SC847	3121	b	SCS116	7308	4392*
									Satoru		
SC865	7171	b	SC775	7103	a						
SC679	7133	b	SC584	7039	a						
Epagri 106	6985	b	SC792	7037	a						
SC818	6943	b	SC754	6945	a						
SC820	6689	b	SC755	6915	a						

¹ Rendimento médio em kg.ha⁻¹; ² Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott; * diferença significativa a 5% de probabilidade de erro pelo teste t entre as médias dos genótipos nas duas safras (13/14, e 14/15), e ^{ns} não significativo.

Há uma dificuldade geral em se assegurar que a seleção para tolerância a frio esteja sendo de fato efetiva. Evidentemente, a ocorrência de dias e noites frias em nível de campo é um fator imprevisível, e quando ocorre, talvez não afete todos os genótipos testados de forma equivalente, dado a variação de ciclo dos mesmos. No entanto, os dados corroboram com os resultados obtidos em Itajaí, em cultivos de outono-inverno (avaliações qualitativas não mostradas). Além do mais, desenvolvendo-se a 596 m de altitude, os genótipos são expostos naturalmente à uma temperatura média menor do que no restante do Estado, o que de certa forma favorece a seleção de materiais adaptados àquela condição de altitude e clima.

Na safra 2013/14 nove linhagens apresentaram produtividade superior a 8.200 kg ha⁻¹, diferindo significativamente dos cultivares utilizados como testemunha, cuja média de produtividade foi de aproximadamente 7.444 kg ha⁻¹. Da mesma forma, na safra 2014/15, 43 linhagens tiveram desempenho superior à média das testemunhas (6.060 e 4.733 kg ha⁻¹ respectivamente), (Tabela 2). Entre os genótipos mais produtivos tanto em 2013/14 quanto em 2014/15 destacamos as linhagens SC817; SC681; SC686; SC759; SC702; SC584. Deve ser considerado que em anos anteriores as linhagens SC 817 (código SCH-06-1558-5), SC 681, SC 686; SC 702, SC 491 e SC 584 apresentaram comportamento promissor sob as mesmas condições (MARSCHALEK et al., 2011; 2013).

CONCLUSÃO

Os genótipos testados apresentaram comportamento diferenciado para adaptação ao sítio de altitude nas quais foram avaliados, indicando que existe variabilidade genética entre os mesmos também, provavelmente, para a tolerância a baixas temperaturas. A seleção de genótipos adaptados à regiões de elevada altitude em Santa Catarina demonstra consistência e coerência ao longo dos últimos. Há perspectivas para o lançamento de cultivares tolerantes a baixas temperaturas na fase reprodutiva.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, Projeto 402214/2008-0, à FAPESC, Projeto TO 6980/10-9. Ao agricultor Antonio Carlos Contezini. Ao Daniel Jonas Heinrich, Suporte T.I. da Gerência da Epagri em Rio do Sul. Aos assistentes de pesquisa Samuel Batista dos Santos e Geovani Porto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRUZ, R.; MILACH, S.C.K. Melhoramento genético para tolerância ao frio em arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 5, p. 909-917, 2000.

EBERHARDT, D.S., SCHIOCCHET, M.A. **Recomendações para a produção de arroz irrigado em Santa Catarina (Sistema pré-germinado)**. 1. ed. Florianópolis: Epagri, 2011. 83p.

INMET. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 3 jun. 2015.

MARSCHALEK, R. ; ANDRADE, A ; Stuker,H ; RAIMONDI, J. V. ; PORTO, G. ; SANTOS, S. B. . Avaliação de linhagens e cultivares de arroz irrigado em região de elevada altitude e baixa temperatura média, no alto vale do Itajaí. In: Congresso Brasileiro Arroz Irrigado, 2011, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: SOSBAI, 2011. v. 1. p. 183-186.

MARSCHALEK, R.; ROZZETTO, D.S.; STUKER, H. EBERHARDT, D.S.; RAIMONDI, J.V.; et al.. Seleção de genótipos de arroz irrigado adaptados à região de elevada altitude, sujeita a baixas temperaturas. In: CONG. BRAS. DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM/SOSBAI, 2013, p.181-184..

R Core Team (2015). R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

ROZZETTO, Diane Simon. **Tolerância ao frio em germoplasma exótico de arroz na fase reprodutiva (Oryza sativa L.)**. 2015. 83f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)—ESALQ/USP,2015.

SHINADA, H.; IWATA, N.; FUJINO, K. Genetical and morphological characterization of cold tolerance at fertilization stage in rice. *Breeding Science*, v. 63, p. 197-204, 2013.

SOSBAI (SOC. SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO). **Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: SOSBAI, 2014. 189 p.

SOUZA, P.R. Alguns aspectos da influência do clima temperado sobre a cultura do arroz irrigado, no sul do Brasil. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 43, n. 389, p. 9-11, 1990.

STEINMETZ, S. et al. **Macrozoneamento climático para o arroz irrigado no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Embrapa Clima Temperado, 2005. 20 p. (Documentos, 137).

YOSHIDA, S. **Growth and development of the rice plant**. In: Fundamentals of rice crop science. Los Baños, 1981. chap. 1, p. 1-63. (IRRI. Research Paper Series, 1).

AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ PARA TOLERÂNCIA AO FRIO NO INÍCIO DO PERÍODO VEGETATIVO

Barbara Maciel Getz¹, Viviane Kopp da Luz¹, Natã Dienes Machado¹, Rogério Oliveira de Sousa¹, José Fernandes Barbosa Neto², Ariano Martins de Magalhães Jr.³, Antônio Costa de Oliveira¹

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., estresse abiótico, mutantes de arroz

INTRODUÇÃO

O arroz é o segundo cereal mais produzido no mundo e corresponde por 20% da produção de grãos brasileira, sendo que, mais de 60% desta produção concentra-se no estado do RS (SOSBAI, 2014; IRGA, 2013). O arroz é cultivado em praticamente todos os estados brasileiros, em uma faixa que se estende desde latitude de 5°N até 35°S, sendo uma das culturas que mais sofre devido condições climáticas adversas.

Nos estados ao sul do Brasil, o estresse causado pelos extremos de temperatura do ar, tanto baixa (inferior a 17°C), quanto alta (superior a 35°C) são frequentes e afetam fortemente a cultura do arroz (STEINMETZ, et al., 2001). O estado do RS é, seguramente, onde a ocorrência de baixas temperaturas exerce a maior influência na produtividade da cultura, podendo causar decréscimos de até 50%.

Os danos mais comuns devido ao estresse por frio são: falhas na germinação, atraso na emergência, redução da estatura de planta, descoloração de folhas, degeneração da ponta da panícula, exserção incompleta da panícula, atraso na floração, alta esterilidade das espiguetas e maturação irregular de grãos (YOSHIDA, 1981).

Devido à origem tropical do arroz, todo e qualquer estágio de desenvolvimento da planta é sensível à temperatura baixa, porém, alguns deles são considerados mais sensíveis e têm, por isso, sido mais estudados. Estes estádios são a germinação, o desenvolvimento inicial das plântulas e o reprodutivo (CRUZ & MILACH, 2000). Dessa forma, cultivares que sejam adaptadas a baixas temperatura em todos os estágios de desenvolvimento são de extrema importância para o seu sucesso nos estados do sul do Brasil (EMBRAPA, 2005). Para avaliar tolerância ao frio no estágio de plântula, utiliza-se temperaturas que variam de 10 a 20°C por períodos de três até vinte e dois dias e as características analisadas são estatura, índice de emergência, porcentagem de sobrevivência das plântulas e grau de descoloração foliar (CRUZ & MILACH, 2000 APUD; JONES & PETERSON, 1976; SRINIVASULU & VERGARA, 1988, BERTIN et al., 1996).

Uma das barreiras encontradas no processo desenvolvimento de cultivares superiores para tolerância ao frio está na dificuldade de seleção à campo em função das oscilações naturais de temperatura do ambiente. Outro entrave, está na dificuldade de utilização de genótipos fonte tolerância ao frio, visto que, em geral são da subespécie japônica (TAKAHASHI, 1984), e por tanto, possuem características indesejáveis quanto ao tipo de planta, tamanho, forma e cocção dos grãos. Nesse sentido, a indução de mutações pode ser usada como ferramenta para o melhoramento de plantas para gerar variabilidade genética no germoplasma existente (ZIMMER et al., 2003). Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a tolerância ao frio em famílias de mutantes de arroz irrigado nos estágios iniciais do período vegetativo em condições de temperatura controlada em BOD.

¹Universidade Federal de Pelotas, (UFPel), Brasil;

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul, (URGS), Brasil;

³Embrapa Clima Temperado- Estação Experimental Terras Baixas, Brasil;

*Contato do autor: barbara.mgetz@gmail.com; Centro de Genômica e Fitomelhoramento, UFPel- Capão do Leão-RS, Brasil, C.Postal 354 – CEP 96010-900, cel (51) 99984554.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas 14 famílias mutantes de arroz pertencentes a coleção de germoplasma de Centro de Genômica e Fitomelhoramento da FAEM/UFPeI, obtidas por meio do tratamento com agente mutagênico químico etilmetassulfonato (EMS), a uma concentração de 1,5% na cultivar BRS Querência, recomendada para cultivo no Rio Grande do Sul, sob sistema de irrigação por inundação. Além dos mutantes, foram testadas algumas cultivares comerciais, incluindo a cultivar BRS Querência (genótipo original), totalizando 21 genótipos. O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com 3 repetições e a unidade amostral foi composta por 5 plântulas. Para obtenção das plântulas, sementes de cada genótipo foram dispostas em caixas gerbox com papel germiteste umedecido, durante 7 dias, a temperatura de 25  C. Após este período, 5 plântulas de cada genótipo foram selecionadas e transferidas para vasos contendo 1,5 litros de solução nutritiva (Yoshida 2010), onde permaneceram em BOD a 25  C, por mais 7 dias. Aos 14 dias a solução dos vasos foi renovada e os recipientes contendo as plântulas foram transferidos para outra BOD a 10  C, onde permaneceram por 7 mais dias. Após o período do frio, a solução foi renovada novamente e as plântulas retornaram para BOD a 25  C, por mais 7 dias. Transcorrido o período de recuperação a 25  C as plântulas foram avaliadas quanto a sobrevivência de plantas por vaso e   ndice de descoloração de folhas, numa escala de 1 a 9, na qual valores próximos de 1 indicam tolerância ao frio e valores próximos de 9 indicam sensibilidade ao frio. Os dados foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,01$), e as médias foram comparadas pelo teste de Scott & Knott (1974) ao nível de 1%. Também foi realizada a correlação linear entre os resultados de sobrevivência de plântulas e   ndice de descoloração de folhas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância evidenciaram diferenças significativas a 1% de probabilidade de erro pelo teste F para os caracteres   ndice de descoloração de folhas (ID) e sobrevivência de plantas (SP). O teste de Scott-Knott para as características ID e SP (Figuras 1 e 2), revelou a formação de quatro grupos. Duas famílias de mutantes -M4 1313 e M4 1410- foram superiores ao genótipo BRS Querência e semelhantes aos genótipos Nipponbare e Nourim Mochi para a característica ID. Sete famílias de mutantes se igualaram a BRS Querência M4 949, M4 1072, M4 869, M4 990, M4 1427, M4 917, M4 908 e cinco mutantes apresentaram resultado inferior a testemunha. Os genótipos BRS Atalanta, BR IRGA 409 e Epagri 108 apresentaram os piores resultados, sendo que a única família de mutante que agrupou-se com estes genótipos foi M4 302.

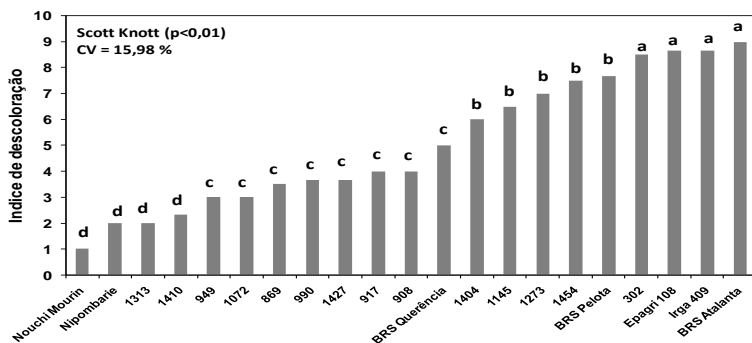


Figura 1 –   ndice de descoloração (ID) de genótipos de arroz irrigado no início do estágio vegetativo, após tratamento com frio. Scott-Knott ($p < 0,001$). Pelotas-RS, 2015.

Para a característica SP, as famílias M4 1313, M4 917, M4 1410, M4 1072, M4 949, M4 1427, Nourim Mochi e Nipponbare apresentaram resultados superiores aos demais. M4 1404, M4908, M4 869, M4 1145, M4 990 e BRS Querência constituíram o grupo com resultado intermediário. Os genótipos M4 1454, M4 1273, BRS Pelota formaram outro grupo com resultados inferiores e BR IRGA 409, BRS Atalanta, Epagri 108 e M4 302, novamente, constituíram o grupo com os piores resultados.

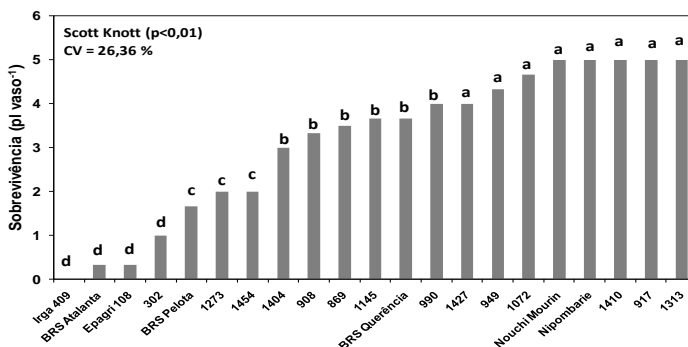


Figura 2 – Sobrevivência de plantas (SP) no início do estágio vegetativo de diferentes genótipos de arroz irrigado, após tratamento com frio. Scott-Knott ($p < 0.001$) Pelotas – RS, 2015.

Estes resultados indicam a possibilidade de que a mutação induzida na cultivar BRS Querência tenha gerado alterações na constituição genética dos indivíduos em genes que controlam a tolerância ao frio nos estágios iniciais de desenvolvimento das plantas. Da Luz (2011), avaliou estes mesmos mutantes na geração M3 para características de tolerância ao frio na fase de germinação e também observou diferenças significativas entre os mutantes e em relação a cultivar BRS Querência. Embora o presente trabalho tenha avaliado os mutantes em estágios de desenvolvimento diferentes, estes dados corroboram com os de Da Luz (2011) na afirmação de que a indução de mutação foi eficiente para gerar alterações genéticas em alguns das famílias testadas e que parte destas alterações se expressam em condições de estresse por frio.

A correlação entre os dados de índice de descoloração de folhas e sobrevivência de plantas apresentou resultado positivo e elevado (Figura 3), indicando uma tendência de que os genótipos com maior a sobrevivência de plantas apresentem menor índice de descoloração de folhas.

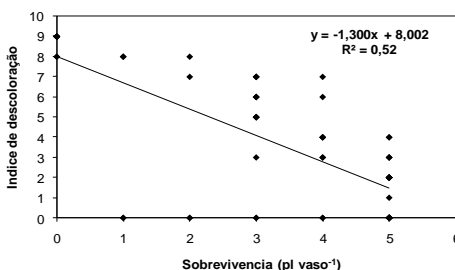


Figura 3 – Correlação entre sobrevivência de plantas e índice de descoloração de folhas no início do estágio vegetativo de diferentes genótipos de arroz irrigado após tratamento com frio. Pelotas-RS, 2015.

CONCLUSÃO

A mutação induzida por etilmetassulfonato possivelmente gerou mutantes de arroz irrigado com variabilidade genética para tolerância ao frio nos estágios iniciais do período vegetativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTIN, P., KINET, J.M., BOUHARMONT, J. Evaluation of chilling sensitivity in different rice varieties. Relationship between screening procedures applied during germination and vegetative growth. **Euphytica**, Dordrecht, v.89, p.201-210, 1996.

CRUZ, R.P & MILACH R. C. K. Melhoramento Genético para Tolerância ao Frio em Arroz Irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, 2000. p.909-917, v.30, n.5.

Da Luz, K. P. **Identificação de famílias mutantes de arroz (*Oryza sativa* L.) para características de importância agrônômica e tolerância a baixas temperaturas na germinação**. 2011. 87f. Tese (Doutorando em Fitomelhoramento). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

EMBRAPA. Cultivo de Arroz Irrigado no Brasil: Condições Climáticas para o Cultivo de Arroz Irrigado. Embrapa Clima Temperado. Nov/2005. IRGA, Instituto Rio-Grandense do Arroz. 2013. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br>.

JONES, D.B., PETERSON, M.L. Rice seedling vigor at suboptimal temperatures. **Crop Science**, Madison, v.16, p.102105, 1976.

SCOTT , A.J ; KNOTT , M. A Cluster analysis method for grouping means in the anlysis of variance. *Biometrcs*, Washingto, v.30np57-12, Sept.1974.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado: Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria, RS: SOSBAI, 2014. 189 p., il.

SRINIVASULU, K., VERGARA, B.S. Screening of upland and short duration rice varieties for cold tolerance at seedling emergence stage. **Oryza**, Cuttack, v.25, p.87-90, 1988.

STEINMETZ, S.; MALUF, J.R.T.; MATZENAUER, R.; AMARAL, A.G.; FERREIRA, J.S.A. Temperatura do solo: Fator decisivo para o início da semeadura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: Embrapa Clima Temperado, 2001, Ministério da Agricultura e Abastecimento, **Comunicado Técnico**, 56. p.81-88.

TAKAHASHI, N. Differentiation of ecotypes in *Oryza sativa* L. In: TAKAHASHI, N., TSUNODA, S. (Eds). **Biology of rice**. Tokyo : Japan Sci Soc, 1984. p.31-67.

ZIMMER, P.D.; MATTOS, L.A.T.; OLIVEIRA, A.C.; CARVALHO, F.I.F.; MAGALHÃES JR., A.; KOPP, M.M.; FREITAS, F.A. de. Identification of rice mutants (*Oryza sativa* L.) for agronomical and root system traits. **Revista Brasileira de Agrociência**. v.9, n.3, p.195-199, 2003.

YOSHIDA, S. Climatic enviroment and its influence. In: Yoshida S (ed) *Fundamentals of Rice*. **Crop Sci**. International Rice Research Institute, Los Baños. pp: 65-11, 1981.

AVALIAÇÃO DE POPULAÇÕES F₂ PARA TOLERÂNCIA A BAIXAS TEMPERATURAS NA GERMINAÇÃO

GABRIELA DE MAGALHÃES DA FONSECA¹; MARINA DE MAGALHÃES DA FONSECA²; MAICON NARDINO³; VIVIANE KOPP DA LUZ⁴; IVAN RICARDO CARVALHO⁵; ARIANO MARTINS DE MAGALHÃES JÚNIOR⁶; ANTONIO COSTA DE OLIVEIRA⁷; LUCIANO CARLOS DA MAIA⁸

Palavras-chave: índice de velocidade de emergência; estatística descritiva; *Oryza sativa*.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa*) é um dos cereais mais importantes em nível mundial, considerando os aspectos sociais, econômicos e culturais. O crescente aumento e desenvolvimento da população mundial têm implicado em maior demanda de produção e alta qualidade do arroz produzido.

Um problema crítico do cultivo do arroz no Rio Grande do Sul são as baixas temperaturas do solo no início do período de semeadura, ou seja, de meados de setembro até meados de outubro, dependendo da região. Elas podem retardar a emergência das plântulas em mais de 20 dias, especialmente das cultivares mais sensíveis (TERRES, 1998). Isso faz com que a população de plantas fique desuniforme e, em geral, aquém da recomendada para se obter altas produtividades. A ocorrência de temperaturas baixas (abaixo de 20°C) é um dos principais limitantes à expressão do potencial de rendimento de cultivares de arroz irrigado.

A tolerância às baixas temperaturas nas fases de germinação e vegetativa é uma característica de fundamental importância para garantir um estabelecimento rápido e uniforme da lavoura na semeadura antecipada, o qual é considerado atualmente um dos principais fatores de estabilidade e garantia de altos níveis de rendimento de grãos. Além das perdas em rendimento de grãos, deve-se considerar também a elevação dos custos de produção como um componente importante deste problema em arroz irrigado, uma vez que com a ocorrência deste estresse os insumos aplicados deixam de ser traduzidos em rendimento de grãos. Por ser a temperatura um fator de natureza abiótica e de impossível controle a campo, é extremamente importante o estudo da tolerância genética às temperaturas baixas a fim de identificar novas fontes de tolerância ao frio nas fases iniciais de desenvolvimento das plantas de arroz.

A identificação e caracterização da variabilidade genética para tolerância ao estresse por baixas temperaturas são de grande importância para obtenção de genótipos promissores para utilização em programas de melhoramento genético. Nesse contexto esse trabalho teve como objetivo avaliar em populações F₂ de arroz irrigado genótipos que mostram tolerância para emergência em baixa temperatura, visando a seleção para utilização dos indivíduos promissores no programa de melhoramento genético.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o presente estudo foram realizadas avaliações em populações segregantes F₂ quanto a tolerância ao frio na germinação, obtidas através do avanço de geração do híbrido BRSCIRAD 302.

¹ Doutoranda em Fitomelhoramento/ UFPEL-FAEM – RiceTec, Estrada BR158, S/N, Km 346, Bairro São Valentim, CEP 97030-620, Santa Maria, RS. e-mail: gfonseca@ricetec-as.com

² Bióloga, MSc. Ciências / UFPEL-FAEM, e-mail: marinamdafonseca@hotmail.com

³ Doutorando em Fitomelhoramento/UFPEL-FAEM, email: nardinomn@gmail.com

⁴ Pós Doutoranda em Fitomelhoramento/ UFPEL-FAEM

⁵ Doutorando em Fitomelhoramento/UFPEL-FAEM

⁶ Pesquisador, Embrapa Clima Temperado, e-mail: ariano.martins@embrapa.br

⁷ Professor titular de Fitomelhoramento/UFPEL-FAEM

⁸ Professor Adjunto de Fitomelhoramento/UFPEL-FAEM

O experimento foi conduzido no ano 2011, em duas épocas de semeadura, sendo a primeira em 07 de novembro e a segunda em 22 de dezembro, a campo na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, no município de Capão do Leão, RS.

Sementes do híbrido BRSCIRAD 302 foram semeadas totalizando 4500 plantas espaçadas em cada uma das duas épocas. Foram avaliadas 10 populações em geração F₂, oriundas da cultivar híbrida BRSCIRAD 302. As parcelas foram compostas por seis linhas, de 5 m espaçadas 20 cm. As linhas de avaliação foram duas linhas centrais de cada parcela com 1 m de comprimento.

Os níveis de tolerância ao frio foram determinados através do Índice de Velocidade de Emergência (IVE) proposto por Popiningis (1985) calculado através da fórmula $IVE = (E1/N1) + (E2/N2) + (E3/N3) + \dots + (En/Nn)$, onde:

E₁= número de plântulas emergidas no 1º dia de contagem;

E_n= número acumulado de plântulas emergidas;

N₁= número de dias após a semeadura no 1º dia de contagem;

N_n= número de dias contados após a semeadura.

Houve monitoramento diário do ensaio, para a contagem do total de plântulas emergidas até a estabilidade de emergência. Os dados coletados foram submetidos à análise descritiva e a análise de variância, onde as médias foram agrupadas pelo teste de Scott Knott com 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise descritiva (Tabela 1) revelam que a média do índice de velocidade de emergência na época 1 foi de 1,38 na época 2 o índice foi de 1,03. A mediana, a qual centraliza a distribuição dos valores mostra-se superior para a época 1 (1,35) em relação a época 2 (0,85), demonstrando que as populações da primeira época se apresentaram mais distribuídos e com médias superiores, característica que pode ser relacionada com a maior variância revelada na primeira época (0,40) em relação a segunda época (0,15). A maior variância obtida na primeira época vai ao encontro dos objetivos do programa de melhoramento, pois as maiores variações de fenótipos ampliam as possibilidades de indivíduos desejados.

Tabela 1. Resultados da análise descritiva das épocas 1 e 2 e resultados da análise de agrupamento de médias de Scott Knott para as duas épocas de semeadura para o caráter índice de velocidade de emergência em 10 populações F₂ de arroz obtidas do híbrido BRSCIRAD 302. Pelotas, 2015.

Medidas	Época		População*	Época	
	1	2		1	2
Média	1,38	1,03	1	0,93 b	0,76 b
Mediana	1,35	0,85	2	1,69 a	0,84 b
Moda	1,00	0,76	3	1,42 a	1,35 a
Variância	0,40	0,15	4	1,55 a	0,80 b
Simetria	0,26	0,72	5	2,48 a	0,96 b
Curtose	0,40	0,55	6	0,28 b	0,47 b
CV (%)	25,93	28,83	7	1,36 a	1,63 a
Correlação	0,277 ^{NS}		8	1,12 b	0,96 b
			9	1,09 b	1,31 a
			10	1,91 a	1,09 b

^{NS}: não significativo, resultado da análise de correlação linear de Pearson a 5%.

* Médias seguidas de mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott & Knott, com 5% de probabilidade de erro.

Com relação os resultados da análise de agrupamento de Scott & Knott (Tabela 1) para

época um houve a formação de dois grupos, sendo as populações 2 – 3 – 4 – 5 – 7 e 10 pertencentes ao grupo superior com intervalo de 2,48 (população 5) à 1,36 (população 7). As populações 1 – 6 – 8 e 9 compuseram o grupo inferior com intervalo de 1,12 (população 8) à 0,28 (população 6).

Em relação à época 2 de semeadura os resultados revelaram a formação de dois grupos onde o grupo superior foi das populações 3 – 7 e 9, com intervalo de 1,63 (população 7) e 1,31 (população 9). As populações 1 – 2 – 4 – 5 – 6 – 8 e 10 estão no grupo inferior, onde os intervalos maior e menor estão compreendidos pelas populações 1,09 (população 10) à 0,47 (população 6). Nesse sentido, observou-se que as populações F₂ não revelaram a mesma resposta quando passaram a ser semeadas em diferentes épocas de semeadura. Porém as populações 3 e 7 apresentaram níveis superiores de índice de velocidade de emergência independente da época de semeadura, com isso mostram-se favoráveis para a seleção de indivíduos com tolerância ao frio na fase inicial de desenvolvimento.

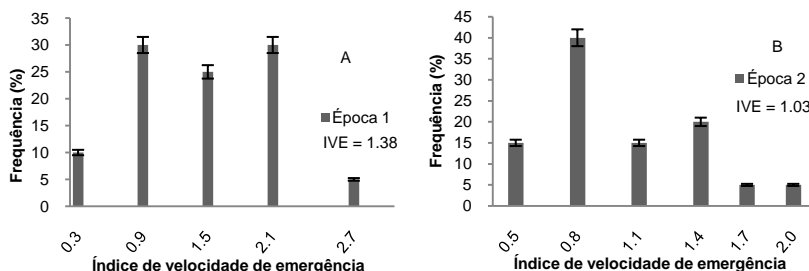


Figura 1. Resultados da análise da estatística descritiva do índice de velocidade de emergência em populações F₂ referentes a primeira época de semeadura (Figura 1-A) e segunda época de semeadura (Figura 1B) Pelotas 2015.

Com relação à distribuição de frequência (Figura 1) para a primeira época de semeadura formaram-se cinco diferentes classes de indivíduos, sendo as classes dois e quatro, as que comportaram a maior frequência de indivíduos. O índice de velocidade de emergência na classe 1 apresentou 10% dos indivíduos com 0,3 de IVE, a classe dois apresentou 30% dos indivíduos com 0,9 de IVE, a classe 3 apresentou IVE de 1,5% com cerca de 25% dos indivíduos, já a classe 4 com IVE de 2,1 apresenta 30% dos indivíduos e por último a classe 5 com apenas 5% dos indivíduos, entretanto com IVE superior de 2,7. Os indivíduos da última classe (classe 5) demonstraram potencial para a seguir adiante no programa de melhoramento.

Em relação ao índice de velocidade de emergência das populações na época 2 (Figura 1-B) revelou-se a formação de seis classes fenotípicas distintas, desse modo a autofecundação do híbrido BRSCIRAD 302, demonstrou segregação para o caráter IVE, sendo possível a realização de seleção pelo melhoramento genético. A classe 1 apresentou 15% dos indivíduos com o menor IVE (0,5), a classe 2 comportou a maioria dos indivíduos com 40% do total, porém com IVE de 0,8, já a classe 3 apresentou 15% com IVE de 1,1, a classe 4 apresentou 20% dos indivíduos com 1,4 de IVE e as classe 5 e 6 apresentaram as menores frequências de indivíduos com 5%, sendo os IVE's superiores 1,7 e 2,0, respectivamente.

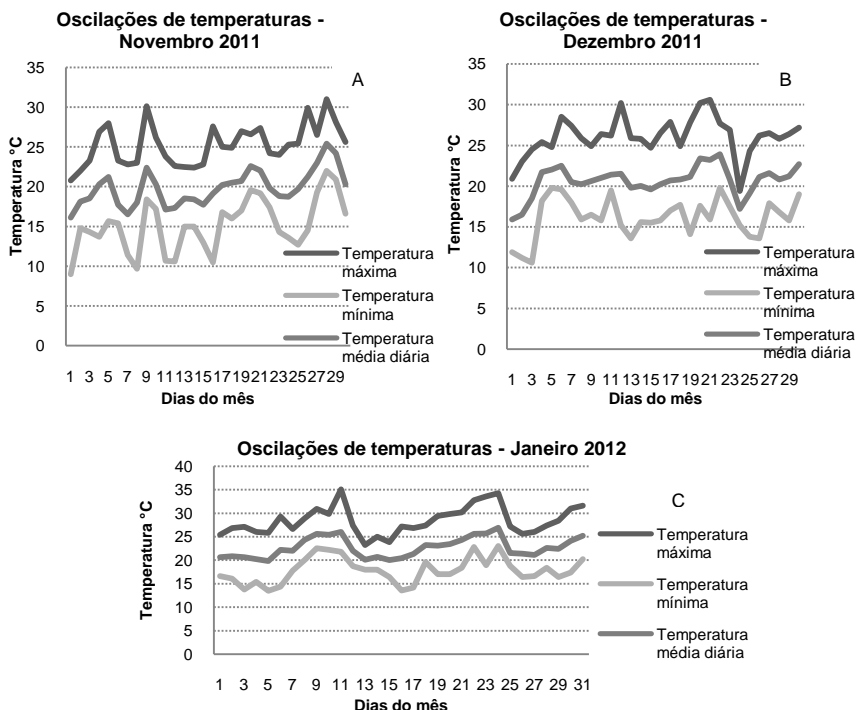


Figura 2. Resultados das temperaturas máxima, mínima e média dos meses de novembro (Figura 2- A, 2011), dezembro (Figura 2- B, 2011) e janeiro (Figura 2- C, 2012). Pelotas. 2015.

As temperaturas observadas (Figura 2 -A) revelam que a primeira época de semeadura no dia 7 de novembro coincidiu com temperaturas baixas, menores que 20°C em quase todo o período de germinação-emergência. A segunda época de semeadura realizada em 22 de dezembro de 2011 coincidiu com temperaturas médias superiores a 20°C. Os resultados climáticos demonstram que a semeadura efetuada antecipadamente coincidiu com temperaturas mais baixas, desse modo é possível encontrar progênies que respondam a baixas temperaturas na germinação-emergência.

CONCLUSÃO

Ocorre segregação para o índice de velocidade de emergência pela autofecundação do híbrido BRSCIIRAD 302 possibilitando a seleção de indivíduos superiores.

As populações 3 e 7 são promissoras para o melhoramento genético na busca de maior tolerância as baixas temperaturas na emergência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. 2 ed. Brasília, 1985. 289 p.
- TERRES, A. L. et al. **Arroz irrigado no Rio Grande do Sul: generalidades e cultivares.** Pelotas: EMBRAPA – CLIMA TEMPERADO, 1998. 58p. (Embrapa Clima Temperado. Circular técnica, 14).

AVALIAÇÃO LINHAGENS AVANÇADAS DE ARROZ IRRIGADO DA EMBRAPA. SAFRA 2014/15

Paulo Ricardo Reis Faundes¹; Ariano Martins de Magalhães Jr.², Giovani Greigh de Brito³, Cley Donizetti Nunes⁴, Eduardo Vinícios Scalabrin Loreson⁵

Palavras-chave: *Oryza sativa*, rendimento de grãos, características agrônomicas

INTRODUÇÃO

O programa de melhoramento genético de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.) busca desenvolver cultivares que atendam as exigências dos agricultores e do mercado consumidor, com ênfase na produtividade, estabilidade produtiva e na qualidade industrial e culinária. Para tanto, utiliza metodologia que permite identificar, de forma eficiente, os indivíduos, e progênes e linhagens mais produtivos, de elevada qualidade industrial e resistentes a estresses bióticos (pragas) e com boa tolerância à estresses abióticos, notadamente à temperaturas infra ótimas (frio) e à toxidez por ferro. Assim, a partir de cruzamentos envolvendo cultivares elites adaptadas às condições edafoclimáticas do Rio Grande do Sul com fontes de resistência aos estresses ambientais e posterior seleção, as linhagens potencialmente resistentes, são avaliadas quanto ao potencial de produtividade e características agrônomicas e industriais. Este trabalho tem por objetivo relatar os resultados obtidos no Ensaio de Linhagens Avançadas de Arroz Irrigado, conduzido na safra 2014/15, etapa do processo de melhoramento genético que define quais as linhagens participarão primeiramente da Avaliação Regional de Linhagens (ER) e, posteriormente, do Ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCU), última etapa do programa de melhoramento antes do lançamento da nova cultivar.

MATERIAL E MÉTODOS

O Ensaio Avaliação de Linhagens Avançadas de arroz Irrigado foi conduzido, no campo experimental da Estação de Terras Baixas (ETB), da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, no Rio Grande do Sul. Na safra 2014/15, foram avaliadas 32 linhagens em comparação com quatro testemunhas BRS Atalanta (ciclo super-precoce), BRS Querência e BRS Pampa (ciclo precoce) e BRS-7 Taim (ciclo médio). O delineamento experimental utilizado foi o de Blocos ao Acaso, com três repetições, sendo as parcelas composta de nove fileiras de cinco metros de comprimento, espaçadas de 17,5 cm. A área total da parcela foi de 7,87m² e para colheita foram colhidas as cinco fileiras centrais, eliminando-se 0,5 m de cada extremidade, perfazendo a área útil de 3,5m². A adubação foi realizada conforme as necessidades indicadas pela análise do solo de cada local e, juntamente com a irrigação, a população de plantas, o controle de pragas (invasoras, insetos e doenças) e outras práticas culturais, obedeceu as recomendações da pesquisa para a região sul (REUNIÃO..., 2014). Foram avaliadas neste trabalho as seguintes características: rendimento de grãos (t ha⁻¹), floração - 50% (dias), estatura de planta (cm), acamamento (1-5), mancha de grãos e renda grãos inteiros e de grãos quebrados (%). A variável rendimento de grãos foi submetida à análise de variância e ao teste de Scott-Knott para comparação das médias, utilizando-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

¹ Engº Agrº, Doutor, Embrapa Clima Temperado, BR 392, km 78, c.p. 403, CEP 96001-971, Pelotas, RS. paulo.faugundes@embrapa.br

² Engº Agrº, Doutor Embrapa Clima Temperado.

³ Engº Agrº, Doutor Embrapa Clima Temperado.

⁴ Engº Agrº, Doutor Embrapa Clima Temperado

⁵ Graduando em Agronomia UFPel, Estagiário da Embrapa Clima Temperado

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A semeadura do experimento ocorreu em 15/11/2014 tendo a emergência das plântulas ocorrido em 20/11/2014. A análise da variância para rendimento de grãos indicou a existência de diferenças ($P < 0,05$) entre os genótipos avaliados, sendo que o coeficiente de variação (15,68) conferiu uma precisão regular ao experimento. Observa-se na Tabela 1, que o rendimento de grãos variou de 7,3 t ha⁻¹, na linhagem LTB 14029 a 11,4 t ha⁻¹, nas linhagens LTB 13033 e LTB 14049, e a média do experimento foi de 9,3 t ha⁻¹, a qual foi superada por um grupo de dezesseis linhagens e duas cultivares testemunhas. O teste de Scott & Knott, aplicado às médias de rendimento de grãos permitiu separar os genótipos em dois grupos (Tabela 1). No primeiro grupo, destacaram-se as linhagens LTB 13033, LTB 14049 e LTB 13034, que em valores absolutos, superaram testemunha BRS Pampa.

O maior ciclo, definido pela variável florescimento, foi apresentado pela linhagem LTB 13034 (102 dias), enquanto 16 linhagens apresentaram ciclo médio (86 a 93 dias), compatível com a testemunha BRS-7 Taim, outras dezesseis linhagens tiveram ciclo precoce (80 a 85 dias) compatível com as testemunhas precoces BRS Querência e BRS Pampa. Esses resultados indicam que houve uma seleção adequada para ciclo durante o desenvolvimento das linhagens, abrangendo de forma proporcional os ciclos precoces e médios.

A estatura de planta variou de 84,6 cm, na linhagem LTB 13033 a 105,8 cm, na linhagem LTB 13017, sendo que outras seis linhagens apresentaram estatura de planta superior a 100 cm, semelhante à estatura da testemunha BRS Querência (104 cm). Todas as linhagens avaliadas apresentaram folhas e casca lisa e não sofreram problemas relacionados à acamamento das plantas.

Quanto à variável rendimento de engenho, os valores variaram de 50,6 %, na linhagem LTB 12013 a 66,1%, na linhagem LTB 12023. Nove linhagens apresentaram rendimento de grãos inteiros superior a 60% podendo ser comparáveis às testemunhas BRS-7 Taim (60,3). Além da linhagem LTB 12023, a LTB 13025 (64%) também a testemunha BRS Pampa (63,9).

Uma análise global considerando-se todas as variáveis avaliadas neste experimento e tomando-se como base o primeiro grupamento de linhagens conforme o teste de Scott & Knott (Tabela 1) e, dentro deste grupamento, os genótipos cujos rendimentos de grão superaram a média do experimento e o rendimento de engenho superou os 55%; quatorze linhagens LTB serão indicadas para comporem o ensaio %Avaliação Regional de Linhagens (ER), na safra 2015/16.

Tabela 1. Rendimento de grãos (t haa-1), ciclo (nº de dias da emergência à 50% da floração), estatura de planta (cm) pilosidade, acamamento (nota 1 a 5) e rendimento de grãos inteiros e quebrados (%), de 32 linhagens e três cultivares testemunhas, de arroz irrigado, no Ensaio Avançado de Linhagens da Embrapa. Capão do Leão, RS. Safra 2014/15.								
LTB 13033	95	84,6	L	1	1	62,7	5,6	11,4 a
LTB 14049	77	87,0	L	1	1	62,0	6,2	11,4 a
LTB 13034	102	100,2	L	1	1	32,7	28,3	10,8 a
BRS Pampa	90	94,0	L	1	2	63,9	6,7	10,7 a
LTB 13023	84	93,4	L	1	3	49,7	18,1	10,7 a
BRS 7 Taim	143	87,2	L	1	2	60,3	9,1	10,5 a
LTB 13036	93	86,0	L	1	2	63,6	7,6	10,2 a
LTB 13035	85	92,2	L	1	1	56,2	4,4	9,9 a
LTB 13018	85	94,0	L	1	2	59,5	8,3	9,8 a
LTB 13017	88	105,8	L	1	2	58,4	9,6	9,7 a
LTB 13015	83	93,0	L	1	2	60,6	7,4	9,6 a
LTB 14030	84	94,2	L	1	1	58,4	10,8	9,6 a
LTB 12023	93	102,4	L	1	2	66,1	2,8	9,5 a
LTB 13009	84	97,2	L	1	2	59,9	7,7	9,4 a
LTB 13011	84	92,8	L	1	2	58,0	6,1	9,4 a
LTB 14039	87	94,4	L	1	1	55,3	13,0	9,4 a
LTB 13010	85	87,0	L	1	1	54,6	13,4	9,3 a
LTB 13016	88	93,6	L	1	2	54,9	13,3	9,3 a
LTB 13007	84	99,2	L	1	2	53,5	14,6	9,2 a
LTB 13006	86	95,0	L	1	2	54,2	13,8	9,1 a
LTB 14040	87	103,4	L	1	2	57,0	7,4	9,1 a
LTB 13014	85	93,8	L	1	3	55,8	9,4	9,0 a
LTB 13025	85	91,6	L	1	2	64,0	5,0	8,9 a
LTB 14046	88	94,2	L	1	2	60,0	9,1	8,9 a
LTB 13013	90	95,0	L	1	3	57,7	10,8	8,7 a
LTB 14007	87	94,2	L	1	2	58,0	10,4	8,6 a
LTB 12013	87	103,6	L	1	1	50,6	15,0	8,4 a
LTB 13008	81	92,0	L	1	3	56,3	12,0	8,4 a
BRS Querência	88	104,0	L	1	2	58,7	10,7	8,3 a
LTB 12040	85	91,2	L	1	1	51,2	19,5	8,2 b
LTB 13019	88	86,4	L	1	1	51,0	15,5	8,1 b
LTB 13001	88	93,8	L	1	2	61,1	8,0	8,0 b
LTB 13026	88	97,8	L	1	1	57,2	11,3	7,9 b
LTB 14027	83	105,2	L	1	1	58,5	10,1	7,6 b
LTB 14029	88	103,0	L	1	2	62,6	6,7	7,3 b

¹ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott & Knott, à 5% de probabilidade.

² Nota: 1 a 2 - resistente; 3 - intermediária; 4 a 5 - suscetível..

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nas condições em que foi realizado o experimento permitem as seguintes conclusões: 1) As variáveis avaliadas no presente experimento permitiram selecionar quatorze linhagens avançadas, com alto potencial produtivo e características agronômicas desejáveis (LTB 13033, LTB 13049, LTB13034, LTB13023, LTB 13036, LTB 13035, LTB 13018, LTB 13017, LTB 13015, LTB 14030, LTB 12027, LTB13009, LTB 13011 E LTB 13039), que serão incorporadas, na safra 2015/16, no experimento %Avaliação de Rendimento de Linhagens+; 2) as linhagens LTB 13033 e LTB 14049 são, potencialmente, dois genótipos com alta probabilidade de tornarem-se cultivares elites de arroz irrigado, desenvolvidos pelo programa de melhoramento da Embrapa,

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 28., 2014, Bento Gonçalves, RS. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas para o sul do Brasil.Porto Alegre: SOSBAI, 2010. 188 p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v.35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

AVALIAÇÃO TEMPORAL E INDICAÇÃO DE LINHAGENS DE ARROZ IRRIGADO PARA A REGIÃO TROPICAL DO BRASIL

Antonio Carlos Centeno Cordeiro¹, Paula Pereira Torga², Orlando Peixoto de Morais², Paulo Hideo Nakano Rangel², José Manoel Colombari Filho², Daniel de Brito Frago², José Mauro Kruke³, Roni Azevedo⁴, José Almeida Pereira⁵, Silvano Amorim Neto⁶

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., interação genótipo x ambiente, várzeas

INTRODUÇÃO

No Programa de melhoramento de arroz irrigado para a região tropical do Brasil, conduzido pela Embrapa e parceiros os ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) constituem a última etapa de avaliação das linhagens que serão direcionadas para lançamento ou recomendação para uma determinada região. As linhagens são avaliadas em vários ambientes e anos para verificação da interação genótipos por ambientes além de passarem por testes específicos de resistência a doenças e pelo programa de purificação e produção de "sementes do melhorista". São nesses ensaios que são realizadas as avaliações finais das linhagens elites selecionadas em Ensaios Regionais de Rendimento. Os ensaios são conduzidos em mais de três locais representativos de cada região (Norte, Nordeste, Centro Oeste e Sudeste) e as melhores linhagens continuam a ser avaliadas nos mesmos, por até três anos. Linhagens que não correspondem as expectativas do programa são eliminadas.

Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar os resultados obtidos com a avaliação de linhagens de arroz irrigado em Ensaios de Valor de Cultivo e Uso conduzidos em rede no período de 2008/09 a 2013/14 e a indicação daquelas com potencial de lançamento para a região tropical.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos por ano, cerca de 20 VCUs, sendo em Goiás (1), Tocantins (2-3), Pará (0-3), Roraima (3), Maranhão (0-1), Piauí (1-2), Ceará (0-1), Alagoas (0-1), Rio de Janeiro (1), São Paulo(0-3), Mato Grosso do Sul (0-3), onde entre parênteses consta a amplitude do número de ensaios instalados por ano.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. As parcelas foram formadas por oito linhas de 5,00 metros de comprimento, espaçadas de 17 a 20 cm. A área útil foi formada pelas seis linhas centrais eliminando-se 0,50 m de cada uma das extremidades. O manejo aplicado ao ensaio como adubação, controle de pragas, plantas daninhas e irrigação foram os recomendados para cada local de condução do ensaio. Foram coletados dados de produtividade de grãos, ciclo da cultura, altura de planta, acamamento, doenças e qualidade de grãos conforme Embrapa (1977).

Os dados foram submetidos à análises de variância individuais e conjuntas e estimados parâmetros genéticos para verificar a resposta à seleção no período, com o auxílio dos Programas SAS (SAS Institute, 2012) e GENES (CRUZ, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, estão contidas as médias dos grupos de linhagens que foram anualmente incorporadas no VCU, coeficiente de variação genético (CVg) dentro de grupos, médias as

¹ Eng. Agrônomo, DSc. Pesquisador Embrapa Roraima. BR 174, Km 8, Distrito Industrial, Cx Postal 133. Boa Vista, Roraima. Email: antonio.cordeiro@embrapa.br

² Eng. Agrônomo, DSc. Pesquisadora da Embrapa Arroz e Feijão

³ Eng. Agrônomo, DSc. Pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste

⁴ Eng. Agrônomo, DSc. Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental

⁵ Eng. Agrônomo, MSc. Pesquisador da Embrapa Meio Norte

⁶ Eng. Agrônomo, MSc. Pesquisador da PESAGRO-RJ

linhagens avaliadas e selecionadas no período de 2008/09 a 2013/14, média das cultivares testemunhas, diferencial de seleção, herdabilidade no sentido restrito e resposta à seleção.

Tabela 1- Médias dos grupos de linhagens que foram anualmente incorporadas no VCU, coeficiente de variação genético (CVg) dentro de grupos, médias das linhagens avaliadas e selecionadas, médias das cultivares testemunhas, diferencial de seleção, herdabilidade e resposta à seleção com a avaliação de linhagens de arroz irrigado em Ensaios VCU na região tropical no período de 2008/09 a 2012/13

Grupos	Produtividade (kg ha ⁻¹)	P valor F dentro	CVg (%)
G 2008/09	6849 b	< 0,0001	8,09
G 2009/10	7357 a	0,0333	4,80
G 2010/11	6655 b	0,0128	5,50
G 2011/12	6818 ab	0,0002	8,60
G 2012/13	6732 b	0,0004	5,98
G 2013/14	7079 ab	0,2270	3,24
G TEST	6880 ab	0,0781	3,92
Média Linh. Avaliadas.	6855		
Média Linh. selecionadas	7295		
Diferencial de Seleção (LS-LA)	440		
h ² de todas as linhagens (%)	68,37		
Resposta seleção (dsx h ²) (kg ha ⁻¹)	300,83		
Resposta à seleção (%)	4,39		

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A comparação da variabilidade para produtividade de grãos liberada entre as linhagens foi estimada por meio do coeficiente de variação genética (CVg), que é a medida do desvio genético em relação à média. Observa-se na Tabela 1, pouca variabilidade entre as linhagens avaliadas dentro de cada ano, onde os grupos de linhagens não apresentaram diferença significativa em relação ao grupo das cultivares testemunhas. A resposta à seleção no período considerado de seis anos foi de 4,39%.

No entanto, considerando-se as médias de produtividade de grãos das linhagens selecionadas (Tabela 2), na média de todos os grupos, verifica-se que duas linhagens destacam-se como promissoras para lançamento: **AB 101016** (8.041 kg ha⁻¹) e **AB 101018** (7.774 kg ha⁻¹), pois foram semelhantes à cultivar testemunha BRS Tropical e superiores em produtividade de grãos à outra cultivar testemunha Puitá INTA CL. Analisando-se as características de floração, altura, reação à doenças e qualidade de grãos verifica-se que essas linhagens apresentam-se dentro de padrões considerados favoráveis para a cultura (Tabela 2). Não houve acamamento.

Destacam-se, também, como produtos do período de avaliação, as linhagens **BRA 051077** (IRGA 417 / BRS Jaburu), registrada com a denominação de **BRS Catiana**, e a linhagem **BRA 051108** (IR 22 / CNA 8502), que está sendo registrada junto ao Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Todas duas são, em média, mais produtivas que a melhor cultivar testemunha BRS Tropical, além de resistentes as doenças avaliadas e excelente qualidade de grãos (Tabela 2).

Por outro lado, um dos principais problemas dos sistemas da produção de arroz é a competição com plantas daninhas. A incidência de plantas daninhas em lavouras de arroz irrigado pode ocasionar perdas na produtividade de grãos superior a 85%, caso nenhum método de controle seja adotado (FLECK et al., 2004). O arroz vermelho é a principal planta daninha das áreas de arroz do mundo e a similaridade entre este e o arroz cultivado dificulta o controle químico, no entanto, o desenvolvimento de novas cultivares de arroz irrigado tolerantes a herbicidas pertencentes ao grupo das imidazolinonas possibilita o controle do arroz-vermelho de forma seletiva (CORDEIRO et al., 2011).

Neste sentido, destacam-se neste trabalho as linhagem **AB 101053** (BRS Formoso (RB) /// Cypres CL) e **AB 10125** (BRS Taim///Cypress CL).

A primeira é superior em produtividade à cultivar testemunha Puitá INTA CL, e a segunda embora menos produtiva que a primeira, é semelhante em produtividade de grãos à Puitá INTA CL mas apresenta maior tolerância ao acamamento e grãos com menor incidência de gesso (dados não apresentados), além de ser do mesmo ciclo (precoce) que a Puitá INTA CL. Essas duas linhagens estão em testes finais em ações PÓS-VCU (Lavouras experimentais) e também constituem-se em produtos gerados neste trabalho no período considerado.

Tabela 2- Produtividade média (kg ha⁻¹), floração média (FLO), altura de planta (ALT), incidência de brusone na folha e na panícula (BP e BF), mancha de grãos (MG), rendimento de grãos inteiros (INT) e cocção (CC) de 15 linhagens de arroz irrigado selecionadas em comparação com cultivares testemunhas, no período de 2008/09 a 2013/14, com base a análise conjunta de ensaios VCU's conduzidos nos Estados GO, TO, PA, RR, MA, PI, CE, AL, RJ, SP e MS

Linhagem	Situação	kg ha ⁻¹	Flo	Alt	BP	BF	MG	INT	CC
AB101016	VCU	8041ab	83	99	1,4	2,2	1,7	60,6	LS
AB101018	VCU	7774ab	84	98	1,0	2,0	2,2	50,0	LS
AB101026	VCU	7445abc	72	93	1,6	2,3	1,8	60,9	P/LS
AB101031	VCU	7431abc	80	100	2,0	2,8	2,0	61,0	LS/P
AB10597	VCU	7404abcd	75	94	1,6	2,1	1,9	58,8	LS
AB10572	VCU	7062abcd	79	100	1,8	2,4	2,4	52,9	LS/S
AB10602	VCU	6980abcd	70	98	1,3	2,5	2,2	59,6	LS/S
AB101033	VCU	6961abcd	79	99	1,4	2,6	1,7	58,1	P/LS
AB101028	VCU	6955abcd	74	93	1,3	2,3	2,3	64,1	P/LS
AB101038	VCU	6887abcde	75	96	1,3	2,6	1,8	61,5	LS/S
BRA051108	Pós-VCU	7749a	94	106	1,5	2,5	1,3	67,8	S/S
BRA051077	Pós-VCU	7589a	91	104	1,7	2,4	1,4	61,0	S/S
AB101045	Pós-VCU	7589ab	87	100	1,7	2,5	2,2	48,0	LS/S
AB 101053	Pós-VCU	7316abcd	81	95	1,5	2,2	2,3	54,0	LS/S
AB10125	Pós-VCU	6090de	72	93	2,3	2,8	3,3	54,8	LS
BRS Tropical	TEST	7192bcd	81	81	1,7	2,4	1,8	62,3	S/S
Puitá INTA CL	TEST	5854e	73	100	2,2	3,8	1,8	54,0	S/S

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre-si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste Tukey FLO- 50% em dias; Alt- em cm; BP ,BF e MG- notas 1 a 9); (1-9); INT- em %; CC- Cocção após colheita (30/60dias); S-solto, LS-ligeiramente solto, P-pegajoso

CONCLUSÃO

Foram selecionadas 15 linhagens de arroz irrigado promissoras para lançamento para a região tropical;

As linhagens AB 101016 e AB 101018 pela alta produtividade apresentada e características agrônômicas favoráveis são as mais indicadas para lançamento, no momento, para a região tropical;

As linhagens BRA 051077 (BRS Catiana) e a BRA 051108 (em registro no MAPA) são produtos obtidos no decorrer no trabalho;

As linhagens AB 101053 e AB 10125, com resistência à herbicidas do grupo das imidazolinonas apresentam potencial para lançamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORDEIRO, A.C.C.; RANGEL, P.H.N.; MEDEIROS, R.D.de; SÁ, A.R.L.de; GALVÃO, L.M. Adaptação de genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicida em Roraima. VII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. **Anais**. v.1. Camboriú, SC. P. 73-76. 2011

CRUZ, C.D. Programa Genes-versão Windows. Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG. UFV. 2001.648 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de pesquisa em arroz**, 1 aproximação. Goiânia. Embrapa/CNPAP, 1977.106p.

FLECK, N.G. et al. Interferência de plantas concorrentes em arroz irrigado modificada por métodos culturais. **Planta Daninha**. Viçosa, v.22, n.1. p.19-28. 2004.

SAS INSTITUTE (2012). SAS/STAR 9. User's guide. SAS Inst, Cary, NC

BRS 358: CULTIVAR DE ARROZ IRRIGADO COM TIPO DE GRÃOS PARA A CULINÁRIA JAPONESA

Antonio Carlos Centeno Cordeiro¹, Paulo Hideo Nakano Rangel², Priscila Zaczuck Bassinello², Orlando Peixoto de Moraes², Francisco Pereira Moura Neto², Ariano Martins Magalhães Junior³, Ester Wichert⁴, Paula Pereira Torga², Glênio Wilson de Campos⁵, Luiz Alberto Staut⁶, Silvino Amorim Neto⁷, José Almeida Pereira⁸, Selma Nakamoto Koakuzu⁹, José Manoel Colombari Filho², Thais Frigeri⁵

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., genótipo gourmet, melhoramento genético

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de cultivares de arroz com tipos alternativos de grãos e adaptadas às condições de cultivo do Brasil constitui-se em grande oportunidade para agregar valor à produção e capitalizar o produtor, já que restaurantes, empresas e importadoras estão investindo em cultivares de arroz que apresentam grãos especiais para preparação de risoto, grãos aromáticos, grãos catetos, grãos vermelhos, pretos e grãos com baixo teor de amilose para a culinária japonesa (PEREIRA et al., 2009). Estes últimos visam atender, principalmente, a demanda interna representada por imigrantes asiáticos, em especial a colônia japonesa, que no Brasil é considerada a mais numerosa do mundo, fora do Japão. Por outro lado, cresce o número de brasileiros que apreciam a culinária japonesa, o que tem aumentado a demanda e até a abertura de mais restaurantes especializados em comida oriental.

Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar uma nova cultivar de arroz irrigado com tipo de grãos para a culinária japonesa, denominada BRS 358 que combina as seguintes características agrônômicas: ciclo precoce (110 dias até a colheita), arquitetura de planta moderna, resistência ao acamamento, boa tolerância a doenças e qualidade de grãos favoráveis à culinária japonesa, principalmente para a preparação de sushi.

MATERIAL E MÉTODOS

A cultivar BRS 358 foi introduzida no Brasil pela Embrapa Arroz e Feijão, em 1999, através do International Irrigated Rice Observational Nursery (IIRON), com a denominação de GIZA 178, a qual é originária do Egito e obtida a partir do cruzamento simples envolvendo as cultivares GIZA 175 e MILYANG 49. Tem como principal característica grãos com baixo teor de amilose (<22%), típicos para a culinária japonesa.

Foi registrada no Banco Ativo de Germoplasma de Arroz da Embrapa como linhagem CNAi 9903 e inicialmente avaliada em ensaios preliminares de rendimento no Rio Grande do Sul, destacando-se por apresentar produtividade média de 8.614 kg ha⁻¹ e outras características agrônômicas favoráveis. Nos anos de 2010, 2011 e 2012, participou da Rede de Ensaios do Programa de Melhoramento de Arroz Irrigado da Embrapa e de parceiros em Ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) nos Estados de Roraima, Goiás, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Tocantins, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro e São Paulo, onde apresentou várias características agrônômicas favoráveis, além de produtividade de grãos superior à testemunha IAS 12-9 Formosa na maioria dos locais de avaliação.

¹ Eng. Agrônomo, DSc. Pesquisador Embrapa Roraima. BR 174, Km 8, Distrito Industrial, Cx Postal 133. Boa Vista, Roraima. E-mail: antonio.cordeiro@embrapa.br

² Eng. Agrônomo, DSc. Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão

³ Eng. Agrônomo, DSc. Pesquisador da Embrapa Clima Temperado

⁴ Eng. Agrônomo, DSc. Pesquisadora da Epagri

⁵ Eng. Agrônomo, CATI/NPS Taubaté-SP

⁶ Eng. Agrônomo, MSc. Pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste

⁷ Eng. Agrônomo, MSc. Pesquisador da Pesagro-RJ

⁸ Eng. Agrônomo, MSc. Pesquisador da Embrapa Meio Norte

⁹ Bacharel em Química, MSc. Pesquisadora da Embrapa Arroz e Feijão

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A BRS 358, juntamente com as cultivares BRS Tropical, BR IRGA 409 (testemunhas de grãos convencionais) e IAS 12-9 Formosa (testemunha de grãos japônica), foi avaliada em 17 ensaios de VCUs conduzidos nos estados citados anteriormente cujas produtividades médias de grãos encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1- Produtividade média de grãos, em kg ha⁻¹, da cultivar BRS 358 em comparação com as cultivares BRS Tropical, BR IRGA 409 e IAS 12-9 Formosa em 17 Ensaios de VCU conduzidos em vários Estados do Brasil nos anos de 2010, 2011 e 2012.

Cultivar	GO*	MS*	RJ*	RR*	RS*	SC*	SP*	TO*	Média
BRS 358	5572	3636	4642	6479	9044	7408	7290	4484	6843b
BRS Tropical	7960	4480	5562	9114	-	-	7431	7797	8356a
BRIRGA 409	6440	-	-	6272	8192	9256	-	-	7186b
IAS12-9 Formosa	6705	3577	-	5406	6944	6086	-	6469	5826c
Média	5525	4036	5606	5728	5925	6885	6462	5866	6535
CV(%)	15,55	21,28	15,33	15,00	14,50	12,48	13,30	14,65	13,15

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *GO=Goiás, MS= Mato Grosso do Sul, RJ= Rio de Janeiro, RR=Roraima, RS= Rio grande do Sul, Sc= Santa Catarina, SP= São Paulo, TO= Tocantins,

A BRS 358 produziu, em média, 6.843 kg ha⁻¹, valor semelhante ao da BR IRGA 409 (7.186 kg ha⁻¹) e superior ao da IAS 12-9 Formosa (5.826 kg ha⁻¹). A BRS tropical foi a mais produtiva com 8.356 kg ha⁻¹.

Quanto às médias das outras características agrônômicas, a BRS 358 possui altura de planta de 86 cm, floração aos 82 dias e tem elevada resistência ao acamamento (nota 2). Na maioria dos estados, apresentou resistência às doenças brusone na folha (nota 2,2) e na panícula (nota 2,5), mancha parda (nota 2,1), escaldadura na folha (nota 1,3). Entretanto, no estado do Tocantins foi suscetível à brusone na folha e mancha parda, sendo necessária a adoção de medidas preventivas de controle destas doenças através de fungicidas específicos.

Na Tabela 2, encontram-se os dados de qualidade industrial e culinária dos grãos da cultivar BRS 358 em relação a uma amostra comercial de arroz para a culinária japonesa de marca padrão no comércio brasileiro, obtidos de acordo com Martínez; Cuevas-Perez (1989) e Lima et al. (2006). O perfil de ambas as amostras se assemelha quanto a todos os parâmetros avaliados, exceto quanto a temperatura de gelatinização (TG), sugerindo que a BRS 358 tem potencial para atender à exigência do mercado nacional. Além disto, a BRS 358 apresenta elevado rendimento de grãos inteiros no beneficiamento (acima de 60%).

Tabela 2- Dados de rendimento de grãos inteiros (INT, %), teor de amilose (TA, %), classificação do teor de amilose (CTA), temperatura de gelatinização (TG), classificação da temperatura de gelatinização (CTG), pegajosidade (PG), dureza (DR), rendimento de panela em % (RP, %), tempo de cozimento em minutos (TC), brancura (B), transparência (T) e grau de polimento (GP) da cultivar de arroz irrigado BRS 358 em relação a uma marca comercial de Arroz Japonês.

Arroz	Int	TA	CTA*	TG	CTG*	PG*	DR*	RP	TC	B	T	GP
BRS358	67	9,90	MB/B	4,80	I	P	M	200	14,0	41,2	2,65	99
Arroz Japonês	-	11,83	B	6,50	B	P	M	200	13,8	41,2	2,88	101

* MB/B – muito baixo; baixo; I – intermediária; B- baixa; P- pegajoso; M- macio

Por outro lado, testes realizados na cozinha experimental da Embrapa Arroz e Feijão no preparo de sushi, constataram que após a cocção a BRS 358 apresentou pegajosidade típica do padrão do grão japonico (tipo sasanishiki), com grãos curtos, arredondados e de coloração branca e embora tenha apresentado pouco brilho e menos “liga” (formação de gel na superfície dos grãos) em relação a amostra de arroz comercial, os grãos da BRS 358 apresentaram-se unidos e macios, podendo ser modelados para elaboração de rolinhos de sushi. Vale destacar, ainda, que foram realizados testes de degustação de produtos da culinária japonesa em Goiânia e em Boa Vista-Roraima e a cultivar apresentou ótima aceitabilidade, inclusive por descendentes de japoneses.

CONCLUSÃO

A cultivar de arroz irrigado BRS 358 com tipo de grãos para a culinária japonesa é recomendada para cultivo nos Estados de Goiás, Roraima, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, São Paulo, Tocantins, Mato Grosso do Sul e Santa Catarina;

As maiores produtividades de grãos foram obtidas nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Roraima.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIMA, C.H.A.M.; COBUCCI, R.M.A; BASSINELLO, P.Z.; BRONDANI, C.; COELHO, N.R.A. **Seleção e treinamento de uma equipe de provadores para avaliação sensorial de diferentes cultivares de arroz.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 24p. (Embrapa Arroz e Feijão. Boletim de Pesquisa e desenvolvimento, 23).

MARTINEZ, C.; CUEVAS-PEREZ, F. Evaluación de la calidad culinária y molinera del arroz. 3.ed. Cali: CIAT, 1989. 75p. (CIAT. Série04SR-07.01).

PEREIRA, J. A. et al. Comparação entre características agronômicas, culinárias e nutricionais em variedades de arroz branco e vermelho. **Revista Caatinga**, v.22, n.1, p.243-248, 2009. Disponível em <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/216330/1/CAATINGAPZB.pdf>> Acesso em 04 mar. 2015.

BRS 901: CULTIVAR DE ARROZ VERMELHO PARA O MERCADO TRADICIONAL NORDESTINO

José Almeida Pereira¹, Orlando Peixoto de Moraes², Priscila Zaczuk Bassinello², Paula Pereira Torga², José Manoel Colombari Filho², José Alves da Silva Câmara¹, Valdenir Queiroz Ribeiro¹

Palavras-chave: melhoramento genético, hibridação artificial, culinária tradicional, Brasil

INTRODUÇÃO

No Brasil, até hoje, o cultivo do arroz vermelho ficou praticamente restrito à Região Nordeste e a alguns municípios do Estado de Minas Gerais, mas, devido a fatores culturais e às suas características diferenciadas, como sabor e textura, esse tipo de arroz continua sendo plantado na Europa (França e Rússia), África (Madagascar e Moçambique) e em todos ou quase todos os países da Ásia, em especial na Índia, China, Japão, Vietnã, Coreias, Indonésia, Filipinas, Malásia, Butão, Nepal, Sri Lanka e Tailândia. Na China, estima-se que cerca de 20% de todo o germoplasma de arroz sejam representados por acessos de arroz vermelho, ao passo que no Butão o tipo vermelho corresponde a 30% da área plantada com o referido cereal (AHUJA et al., 2011).

Assim como o arroz branco, no mundo oriental, o arroz vermelho apresenta uma grande variabilidade genética em termos de ciclo, altura de planta, formato de grãos, teor de amilose, temperatura de gelatinização, aroma, pilosidade, produtividade, tolerância à seca, ao frio, à salinidade, ao acamamento e a diversos insetos-praga e doenças. Visando ao aproveitamento da sua variabilidade genética, vários países asiáticos desenvolvem programas de melhoramento genético desse tipo de arroz. Entre esses países, a Índia se destaca por possuir uma das maiores coleções de arroz vermelho devidamente caracterizada do mundo, sugerindo a importância que esse tipo de arroz ali sempre exerceu, mesmo após o aparecimento das variedades de arroz branco de alta produtividade e sobretudo após o advento da chamada Revolução Verde. Por sua vez, os coreanos também costumam promover cruzamentos artificiais de variedades de arroz vermelho de grãos curtos, pertencentes ao grupo Japônica, com variedades de arroz de grãos longos, pertencentes ao grupo Índica, objetivando a obtenção de híbridos de arroz vermelho com capacidade para suportar os rigorosos invernos das Coreias (PEREIRA & MORAIS, 2014).

No caso brasileiro, as variedades de arroz vermelho plantadas no Nordeste são oriundas das primeiras introduções feitas durante a colonização portuguesa e foram selecionadas ao longo do tempo pelos próprios agricultores. Caracterizam-se por apresentar arquitetura de planta tradicional, baixo potencial produtivo, alta suscetibilidade ao acamamento e baixo rendimento de grãos inteiros (PEREIRA, 2004). A utilização da variabilidade genética desse tipo de arroz constitui um processo recente, desenvolvido a partir da caracterização e do estabelecimento de uma coleção de variedades pela Embrapa, tendo alguns dos acessos sido identificados como potencialmente úteis para o melhoramento genético, visando à redução da altura da planta e ao aumento da produtividade de grãos e do percentual de grãos inteiros após o beneficiamento (PEREIRA et al., 2007, 2008, 2009).

Os cruzamentos artificiais que se seguiram vêm sendo explorados no âmbito do programa de melhoramento genético de arroz da Embrapa e possibilitaram a geração de dezenas de linhagens de arroz vermelho com características agrônômicas, industriais e culinárias de interesse.

Muito embora a longa tradição e a preferência de considerável parcela da população nordestina pelo consumo do arroz vermelho, além das condições climáticas adversas e do manejo quase sempre inadequado da cultura, o que proporciona perda de competitividade do produto no mercado, os orizicultores do Nordeste padecem com a ausência de novas variedades desse tipo de arroz que apresentem, ao mesmo tempo, maior potencial produtivo, maior resistência ao acamamento e maior rendimento de grãos inteiros por ocasião do beneficiamento.

O objetivo do presente trabalho é apresentar a BRS 901, cultivar de arroz vermelho que reúne características de arquitetura de planta, resistência ao acamamento, alta capacidade produtiva e grãos com as qualidades industriais e culinárias requeridas pelo mercado nordestino.

¹Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Embrapa Meio-Norte, C. Postal 1, 64006-220 Teresina (PI). jose.almeida@embrapa.br

²Engenheiro-agrônomo, Doutor, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás (GO).

MATERIAL E MÉTODOS

A 'BRS 901' se originou de um cruzamento simples realizado no primeiro semestre de 2006 na sede da Embrapa Arroz e Feijão, localizada no município de Santo Antônio de Goiás (GO). As variedades paraibanas PB 01 e PB 05, respectivamente, de arquitetura de planta tradicional e moderna, ambas de arroz vermelho, foram cruzadas visando a combinar a rusticidade da primeira com a elevada produtividade de grãos da segunda.

As sementes F₁ foram plantadas na sede da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, Piauí, no segundo semestre de 2006, em cujo local também foram conduzidas as gerações segregantes, utilizando-se os métodos de melhoramento bulk, massal e genealógico, entre os anos de 2007 e 2009. Desse cruzamento foi obtida a linhagem MNA 0901, cuja identificação genealógica é CNAx 15411-B-M-M-1-1-B.

A partir do segundo semestre de 2009, a referida linhagem passou a integrar os chamados Ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCUs), para atender às exigências legais, visando à obtenção dos requisitos mínimos para possível lançamento como cultivar comercial. Ao todo, a 'MNA 0901' foi avaliada em dez Ensaios de Valor de Cultivo e Uso instalados nos municípios de Teresina (Piauí), Aparecida e Itaporanga (Paraíba) e Apodi (Rio Grande do Norte).

Nos ensaios realizados nos Estados do Piauí e do Rio Grande do Norte foi adotado o sistema de manejo convencional, utilizando-se fertilizantes químicos e herbicidas específicos recomendados para a cultura do arroz, enquanto em se tratando dos ensaios realizados no Estado da Paraíba todos eles foram conduzidos no sistema orgânico, seguindo-se a tradição regional. Considerando-se ainda que o arroz vermelho nordestino é uma cultura típica de cultivo em várzeas inundáveis, com ou sem controle de lâmina d'água, todos os ensaios foram realizados sob o regime de irrigação com lâmina d'água variando entre 5 cm e 20 cm durante a maior parte do ciclo da cultura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais descritores botânicos e características agrônômicas da cultivar BRS 901 são apresentados nas Tabelas 1 e 2. O ciclo biológico, nas condições nordestinas, em média, é de 124 dias contados a partir da emergência, ou seja, cerca de 15 e 21 dias mais tardio do que os das cultivares tradicionais Vermelho Tradicional e Cáqui Vermelho, respectivamente, utilizadas como testemunhas. A BRS 901 se destaca pela menor altura de planta em relação às duas testemunhas e, conseqüentemente, por apresentar maior resistência ao acamamento, sobressaindo, portanto, no que se refere também a essa importante característica agrônômica. Quanto ao período de dormência das sementes, uma característica comum ao arroz vermelho, a nova cultivar germina naturalmente em torno dos 100 dias após a colheita, um espaço de tempo variando de 10 a 20 dias mais cedo, respectivamente, do que as testemunhas Cáqui Vermelho e Vermelho Tradicional.

Tabela 1. Principais descritores da cultivar BRS 901

Descritor	Expressão fenotípica
Ângulo das folhas bandeiras	Ereto
Cor das folhas	Verde-escura
Pubescência das folhas e das glumelas	Forte
Comprimento dos colmos	104 cm
Presença de aristas	Em toda a extensão
Exserção das panículas	Completa
Comprimento das panículas	24,3 cm
Cor das glumelas	Palha
Cor dos ápulos na maturação	Amarela
Comprimento dos grãos descascados	5,84 mm
Cor dos grãos descascados (cariopse)	Vermelha
Massa de mil grãos	28,1 g
Resistência à degranação natural	Intermediária
Resistência à brusone nas folhas e nas panículas	Suscetível
Resistência à mancha parda e mancha dos grãos	Suscetível
Resistência à escaldadura das folhas	Suscetível

Tabela 2. Principais características agrônômicas da cultivar BRS 901 em relação às testemunhas 'Vermelho Tradicional' e 'Cáqui Vermelho' nas condições do Nordeste brasileiro.

Cultivar	Ciclo biológico (dia)			Altura de planta (cm)			Acamamento* (1-9)		
	Média	Maior	Menor	Média	Maior	Menor	Média	Maior	Menor
BRS 901	124	136	113	107	140	77	2,1	5,0	1,0
Vermelho Tradicional	109	116	98	133	167	81	5,2	9,0	2,0
Cáqui Vermelho	103	114	62	135	171	74	4,6	9,0	1,0

(*) Notas em que 1 corresponde a ausência de plantas acamadas e 9 a todas as plantas acamadas.

Os dados de produtividades de grãos estão apresentados na Tabela 3. Nos Estados do Piauí, Paraíba e Rio Grande do Norte, no período de 2009 a 2012, em média, a BRS 901 produziu 60% a mais do que a cultivar Cáqui Vermelho e 24% a mais do que a Vermelho Tradicional, superando significativamente ($p < 0,05$) a primeira em pelo menos sete ambientes (Teresina-PI, em 2009 e 2012; Aparecida-PB, em 2009, 2010 e 2011; Itaporanga-PB, em 2010; e Apodi-RN, em 2012). Em comparação com a testemunha Vermelho Tradicional, a BRS 901 foi mais produtiva em Teresina (2009 e 2011), Aparecida (2010 e 2011) e Itaporanga (2010).

A maior produtividade de grãos da cultivar BRS 901, certamente, é resultante do aumento do ciclo biológico e da redução da altura de planta em relação às cultivares testemunhas, haja vista que o ciclo da planta do arroz se correlaciona positivamente e a altura negativamente com a produtividade de grãos. Do mesmo modo, como o menor índice de acamamento repercute positivamente na translocação dos carboidratos dos colmos para o enchimento das espiguetas, a produtividade também é favorecida pela maior resistência dos colmos ao acamamento. Tais resultados permitiram que a BRS 901 fosse selecionada e pudesse ser inscrita no Registro Nacional de Cultivares (junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) para cultivo nas condições de clima e solo nas quais foi avaliada na Região Nordeste (PEREIRA & MORAIS, 2014).

No que se refere às características associadas a qualidade de grãos, é oportuno frisar que, no Nordeste, o arroz de pericarpo vermelho é tradicionalmente consumido na forma intermediária entre a integral e a polida, podendo também ser encontrado em alguns seguimentos de mercado na forma integral, ou seja, sem polimento dos grãos durante o processo de beneficiamento. Nessa condição, os grãos da BRS 901 apresentam comprimento (C) de 5,84 mm, largura (L) de 2,59 mm, espessura (E) de 1,93 mm e uma relação C/L de 2,25, sendo, portanto, classificado como curto. Essa classificação, todavia, diferentemente do que se daria em relação a uma cultivar de arroz branco, em se tratando do arroz vermelho, não constitui um fator depreciativo, pois o consumidor tradicional desse produto agrícola não considera tamanho e forma de grãos como características decisivas. De maior relevância é o rendimento de grãos inteiros, que chega a 73% na forma integral e a 56% quando beneficiados, dados obtidos com a colheita dos grãos com teores de umidade variando entre 20 e 22%. Por sua vez, avaliação de características relacionadas com a cocção, realizada no Laboratório de Qualidade de Grãos e Subprodutos da Embrapa Arroz e Feijão, revelou um teor aparente de amilose de 26 % e temperatura de gelatinização de 7,0, classificadas como alta e baixa, respectivamente, e indicativas de textura solta.

Tabela 3. Produtividades de grãos (kg ha^{-1}) da cultivar BRS 901 em relação às testemunhas 'Vermelho Tradicional' e 'Cáqui Vermelho' em dez ensaios realizados no Nordeste no período de 2009 a 2012.

Cultivar	Teresina (PI)				Aparecida (PB)			Itaporanga (PB)	Apodi (RN)		Média da cultivar
	2009	2010	2011	2012	2009	2010	2011	2010	2011	2012	
BRS 901	9.124a	8.411	5.890a	10.566a	5.383a	3.108a	3.184a	5.866a	3.289	5.753b	6.040
Vermelho Tradicional	4.624b	7.244	3.625b	8.483ab	5.283a	1.941b	2.110b	5.024b	2.615	7.515a	4.846
Cáqui Vermelho	5.916b	6.966	-	6.849b	674b	1.916b	2.088b	3.349c	-	2.109c	3.733
Média do ensaio	8.763	7.914	5.474	7.905	4.690	2.816	2.634	5.898	2.212	5.649	5.395
F (tratamento)	**	ns	**	**	**	**	**	**	ns	**	-
C. V. (%)	12,9	10,0	15,6	14,1	19,0	7,1	7,6	13,0	14,0	10,0	-

(**) Significativo ao nível de 1 % de probabilidade; (ns) Não significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Nas colunas, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

A cultivar BRS 901 é detentora de potencial produtivo, de características agrônômicas, industriais e culinárias desejáveis para cultivo nas condições de várzeas do Nordeste brasileiro, seja com ou sem controle de lâmina d'água, no sistema convencional e no orgânico.

Agradecimentos

Às seguintes pessoas e instituições:

Fazenda Tamanduá, localizada no município de Aparecida, Estado da Paraíba, na pessoa do seu presidente, Senhor Pierre Landolt, pelo apoio dado na execução dos chamados Ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCU), etapa importante da pesquisa para atender às exigências legais, visando à obtenção dos requisitos mínimos para a inscrição da cultivar BRS 901 no Registro Nacional de Cultivares;

Professor Neyton de Oliveira Miranda, da Universidade Federal Rural do Semiárido - UFRSA, Mossoró, Rio Grande do Norte, e engenheiro-agrônomo José Flaviano B. de Lira, pelos dados dos Ensaio de VCU obtidos no município de Apodi, no mesmo Estado;

Fazenda Experimental Veludo, situada no município de Itaporanga, Paraíba, e pertencente à Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba - EMEPA, na pessoa do pesquisador João Nildo Rodrigues Lemos, pela colaboração na fase de execução dos Ensaio de VCU.

Referências bibliográficas

AHUJA, U.; AHUJA, S. C.; CHAUDHARY, N.; THAKRAR, R. **Red rices**: past, present and future. Haryana. Disponível em: <http://www.agri-history.org/pdf/RedRices-UmaAhuja.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2011.

PEREIRA, J. A. **O arroz-vermelho cultivado no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 90p.

PEREIRA, J. A.; BASSINELLO, P. Z.; CUTRIM, V. dos A.; RIBEIRO, V. Q. Comparação entre características agrônômicas, culinárias e nutricionais em variedades de arroz branco e vermelho. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 243-248, jan/mar. 2009.

PEREIRA, J. A.; BASSINELLO, P. Z.; FONSECA, J. R.; RIBEIRO, V. Q. Potencial genético de rendimento e propriedades culinárias do arroz-vermelho cultivado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 1, p. 43-48, jan/mar. 2007.

PEREIRA, J. A.; MORAIS, O. P. de; BRESEGHELLO, F. Análise da heterose de cruzamentos entre variedades de arroz-vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 9, p. 1135-1142, set. 2008.

PEREIRA, J. A.; MORAIS, O. P. de. **As variedades de arroz vermelho brasileiras**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2014. 38 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 229).

BRS 902: CULTIVAR DE ARROZ VERMELHO PARA O MERCADO TRADICIONAL BRASILEIRO

José Almeida Pereira¹, Orlando Peixoto de Moraes², José Manoel Colombari Filho², Paula Pereira Torga², Priscila Zaczuk Bassinello², José Alves da Silva Câmara¹, Valdenir Queiroz Ribeiro¹

Palavras-chave: melhoramento genético, hibridação artificial, culinária tradicional.

INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo, o arroz de pericarpo branco acabou predominando como o tipo preferido pelos consumidores, atribuindo-se esse fato a duas causas principais: o surgimento de variedades de alta produtividade (principalmente a partir da década de 1960) e propósitos de ordem sanitária, haja vista que, ao contrário do que se verifica com o arroz branco, o pericarpo vermelho permitiria mascarar eventuais impurezas nos grãos do arroz depois de descascados. Plantado desde o século 16 na Bahia e durante os séculos 17, 18 e 19 no Maranhão, hoje o arroz vermelho está concentrado na região Semiárida do Nordeste, em especial nos Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, mas também ainda é encontrado como cultura típica de subsistência em alguns municípios dos Estados do Ceará, Pernambuco, Bahia e Minas Gerais.

Devido às suas características diferenciadas em relação ao arroz branco, além das áreas tradicionais onde continua sendo cultivado, esse tipo de arroz vem despertando o interesse por parte de orizicultores de outras regiões brasileiras que utilizam um alto padrão tecnológico em suas lavouras, assim como em uma parcela de consumidores dos centros urbanos que buscam novas opções em termos de gastronomia. Fora do território nacional, o arroz vermelho é plantado na Europa (França e Rússia), África (Madagascar e Moçambique) e em todos ou quase todos os países da Ásia, em especial na Índia, China, Japão, Vietnã, Coreias, Indonésia, Filipinas, Malásia, Butão, Nepal, Sri Lanka e Tailândia (AHUJA et al., 2011).

Muito embora sendo o arroz mais antigo em cultivo no mundo e o primeiro introduzido no Brasil, somente nos últimos anos o arroz vermelho passou a ser estudado no País. De uma maneira geral, as variedades desse arroz plantadas no Brasil são oriundas das primeiras introduções feitas durante a colonização portuguesa e foram selecionadas ao longo do tempo pelos próprios agricultores. Constituem, assim, o resultado de transformações ocorridas na natureza, devido a cruzamentos naturais e a mutações, e dessa forma são variedades que adquiriram características únicas em cada microrregião geográfica onde passaram a ser cultivadas. Em decorrência desses processos e porque os programas de melhoramento genético nacionais somente nos últimos anos começaram a gerar variedades desse tipo de arroz, diferentemente do que acontece no mundo oriental, onde o arroz vermelho é reconhecido pela sua grande variabilidade genética no que se refere a ciclo, altura de planta, formato de grãos, teor de amilose, temperatura de gelatinização, aroma, pilosidade, produtividade, tolerância à seca, ao frio, à salinidade, ao acamamento e a diversos insetos-praga e doenças, no Brasil, é bastante estreita a base genética do arroz vermelho cultivado.

Na maioria dos casos, as variedades de arroz vermelho brasileiras chegam a ser identificadas como sendo o mesmo material genético, variando apenas as suas denominações locais. Nesse sentido, até pelo menos o final do século 20, o surgimento de novas variedades, ao que tudo indica, foi um fenômeno que ficou restrito às áreas produtoras dos Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte (PEREIRA & MORAIS, 2014). Caracterizam-se por apresentar arquitetura de planta tradicional, baixo potencial produtivo, alta suscetibilidade ao acamamento e baixo rendimento de grãos inteiros (PEREIRA, 2004). Assim sendo, apesar da longa tradição e da preferência de considerável parcela da população, principalmente da Região Nordeste, pelo consumo do arroz vermelho, os orizicultores brasileiros, em geral, padecem com a ausência de novas variedades desse tipo de arroz que apresentem, ao mesmo tempo, maior potencial produtivo, maior resistência ao acamamento e maior rendimento de grãos inteiros por ocasião do beneficiamento.

A utilização da variabilidade genética do arroz vermelho brasileiro constitui um processo recente, desenvolvido a partir da caracterização e do estabelecimento de uma coleção de variedades pela Embrapa, tendo alguns dos acessos sido identificados como potencialmente úteis para o melhoramento genético, visando à redução da altura da planta e ao aumento da produtividade de grãos e do percentual de grãos inteiros após o beneficiamento (PEREIRA et al., 2007, 2008, 2009). Os cruzamentos artificiais ultimamente realizados vêm sendo explorados no âmbito do programa de melhoramento genético de arroz da Embrapa e já possibilitaram a geração de dezenas de linhagens com características agronômicas, industriais e culinárias de interesse.

O objetivo do presente trabalho é apresentar a BRS 902, cultivar de arroz vermelho que reúne características de arquitetura de planta, ciclo biológico, resistência ao acamamento, capacidade produtiva e grãos com as qualidades industriais e culinárias requeridas pelo mercado.

¹Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Embrapa Meio-Norte, C. Postal 1, 64006-220 Teresina (PI). jose.almeida@embrapa.br

²Engenheiro-agrônomo, Doutor, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás (GO).

MATERIAL E MÉTODOS

A 'BRS 902' se originou de um cruzamento simples realizado no primeiro semestre de 2006 na sede da Embrapa Arroz e Feijão, localizada no município de Santo Antônio de Goiás (GO). As variedades paraibanas PB 01 e PB 05, respectivamente, de arquitetura de planta tradicional e moderna, ambas de arroz vermelho, foram cruzadas visando a combinar a rusticidade da primeira com a elevada produtividade de grãos da segunda.

As sementes F₁ foram plantadas no campo experimental da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, Piauí, no segundo semestre de 2006, em cujo local também foram conduzidas as gerações segregantes, utilizando-se os métodos de melhoramento bulk, massal e genealógico, entre os anos de 2007 e 2009. Desse cruzamento foi obtida a linhagem MNA 0902, cuja identificação genealógica é CNAx 15411-B-M-M-9-4-B.

A partir do segundo semestre de 2009, a referida linhagem passou a integrar os chamados Ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCUs), para atender às exigências legais, visando à obtenção dos requisitos mínimos para possível lançamento como cultivar comercial. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições, sendo as parcelas constituídas por cinco fileiras contínuas, com 5 m de comprimento, na densidade de 80 sementes por metro linear de sulco, adotando-se o espaçamento de 0,30 m entre as fileiras. Como área útil, foram colhidas as três fileiras centrais. Ao todo, a 'MNA 0902' foi avaliada em dez Ensaios de Valor de Cultivo e Uso instalados na Região Nordeste: nos municípios de Teresina (Piauí), Aparecida e Itaporanga

(Paraíba) e Apodi (Rio Grande do Norte), e em sete municípios da Região Sudeste, todos localizados no Vale do Rio Paraíba do Sul: Canas, Roseira, Tremembé, Taubaté, Pindamonhangaba e Guaratinguetá (São Paulo) e Campos dos Goytacazes (Rio de Janeiro). Os dados referentes às coordenadas geográficas e altitudes dos locais onde foram instalados os ensaios se encontram na Tabela 1.

Nos ensaios realizados nos Estados do Piauí, Rio Grande do Norte, São Paulo e Rio de Janeiro foi adotado o sistema de manejo convencional, utilizando-se fertilizantes químicos e herbicidas específicos recomendados para a cultura do arroz, enquanto em se tratando dos ensaios realizados no Estado da Paraíba todos eles foram conduzidos no sistema orgânico, seguindo-se a tradição regional. Considerando-se ainda que o arroz vermelho nordestino é uma cultura típica de cultivo em várzeas inundáveis, com ou sem controle de lâmina d'água, todos os ensaios em ambas as regiões foram realizados sob o regime de irrigação com lâmina d'água variando entre 5 cm e 20 cm durante a maior parte do ciclo da cultura.

Tabela 1. Coordenadas geográficas e altitudes dos locais onde foram instalados os ensaios.

Município	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)
Teresina (PI)	05°05'21"	42°48'07"	70
Aparecida (PB)	06°48'45"	38°03'45"	380
Itaporanga (PB)	07°15'45"	38°07'23"	450
Apodi (RN)	05°40'15"	37°44'16"	150
Campos dos Goytacazes (RJ)	21°45'15"	41°19'28"	14
Canas (SP)	22°42'18"	45°03'19"	527
Roseira (SP)	22°53'55"	45°18'19"	547
Tremembé (SP)	22°57'38"	45°32'58"	552
Taubaté (SP)	23° 01'51"	45°33'19"	547
Pindamonhangaba (SP)	22°55'25"	45°27'42"	549
Guaratinguetá (SP)	22°48'58"	45°11'33"	526

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais descritores botânicos e características agrônômicas da cultivar BRS 902 obtidos nas condições do Nordeste brasileiro são apresentados nas Tabelas 2 e 3. O ciclo biológico, nas condições nordestinas, em média, é de 116 dias contados a partir da emergência, ou seja, cerca de sete e 13 dias mais tardio do que os das cultivares tradicionais Vermelho Tradicional e Cáqui Vermelho, respectivamente, utilizadas como testemunhas. A BRS 902 se destaca pela menor altura de planta em relação às duas testemunhas e, conseqüentemente, por apresentar maior resistência ao acamamento, sobressaindo, portanto, no que se refere também a essa importante característica agrônômica. Quanto ao período de dormência das sementes, uma característica comum ao arroz vermelho, a nova cultivar germina naturalmente em torno dos 80 dias após a colheita, um espaço de tempo variando de 40 a 30 dias mais cedo, respectivamente, do que as testemunhas Cáqui Vermelho e Vermelho Tradicional.

Tabela 2. Principais descritores da cultivar BRS 902

Descritor	Expressão fenotípica
Ângulo das folhas bandeiras	Ereto
Cor das folhas	Verde-escura
Pubescência das folhas e das glumelas	Forte
Comprimento dos colmos	85 cm
Presença de aristas	Ausente
Exserção das panículas	Completa
Comprimento das panículas	22,2 cm
Cor das glumelas	Palha
Cor dos ápulos na maturação	Branca
Comprimento dos grãos descascados	6,1 mm
Cor dos grãos descascados (cariopse)	Vermelha
Massa de mil grãos	32,8 g
Resistência à degranação natural	Intermediária
Resistência à brusone nas folhas e nas panículas	Suscetível
Resistência à mancha parda e mancha dos grãos	Suscetível
Resistência à escaladura das folhas	Suscetível

Tabela 3. Principais características agrônômicas da cultivar BRS 902 em relação às testemunhas 'Vermelho Tradicional' e 'Cáqui Vermelho' nas condições do Nordeste brasileiro.

Cultivar	Ciclo biológico (dia)			Altura de planta (cm)			Acamamento* (1-9)		
	Média	Maior	Menor	Média	Maior	Menor	Média	Maior	Menor
BRS 902	116	126	104	88	115	64	1,4	3,0	1,0
Vermelho Tradicional	109	116	98	133	167	81	5,2	9,0	2,0
Cáqui Vermelho	103	114	62	135	171	74	4,6	9,0	1,0

(*) Notas em que 1 corresponde a ausência de plantas acamadas e 9 a todas as plantas acamadas.

Os dados de produtividades de grãos obtidos nas Regiões Nordeste e Sudeste, respectivamente, estão apresentados nas Tabelas 4 e 5. Nos Estados do Piauí, Paraíba e Rio Grande do Norte, no período de 2009 a 2012, em média, a BRS 902 produziu 70% a mais do que a cultivar Cáqui Vermelho e 30% a mais do que a Vermelho Tradicional, superando significativamente ($p < 0,05$) a primeira em pelo menos sete ambientes (Teresina-PI, em 2009 e 2012; Aparecida-PB, em 2009, 2010 e 2011; Itaporanga-PB, em 2010; e Apodi-RN, em 2012). Em comparação com a testemunha Vermelho Tradicional, a BRS 902 foi mais produtiva em Teresina-PI (2009 e 2011), Aparecida-PB (2010 e 2011) e Itaporanga-PB (2010).

A maior produtividade de grãos da cultivar BRS 902 em comparação com as testemunhas também de arroz vermelho, certamente, é resultante do aumento do ciclo biológico e da redução da altura de planta, haja vista que o ciclo da planta do arroz se correlaciona positivamente e a altura negativamente com a produtividade de grãos. Do mesmo modo, como o menor índice de acamamento repercute positivamente na translocação dos carboidratos dos colmos para o enchimento das espiguetas, a produtividade também é favorecida pela maior resistência dos colmos ao acamamento.

No que se refere às produtividades de grãos da BRS 902 obtidas nos ensaios realizados na Região Sudeste, os resultados

revelaram a sua alta capacidade produtiva, na medida em que são semelhantes às produções das cultivares de arroz de pericarpo branco de arquitetura moderna, BRS Fronteira e Puitá Inta CL, ambas desenvolvidas para cultivo no ecossistema de arroz irrigado por inundação das Regiões Sudeste e Sul do Brasil, destacando-se, porém, em relação à cultivar de pericarpo preto SCS 120 Ônix, recém-lançada comercialmente para cultivo nas condições do Estado de Santa Catarina (WICKERT et al., 2013).

Quanto às características associadas a qualidade de grãos, é oportuno frisar que o arroz de pericarpo vermelho é tradicionalmente consumido na forma intermediária entre a integral e a polida, podendo também ser encontrado em alguns seguimentos de mercado na forma integral, ou seja, sem polimento dos grãos durante o processo de beneficiamento. Nessa condição, os grãos da BRS 902 são classificados como da classe 'curto'. Essa classificação, todavia, diferentemente do que se daria em relação a uma cultivar de arroz branco, em se tratando do arroz vermelho, não constitui um fator depreciativo, pois o consumidor tradicional desse produto agrícola não considera tamanho e forma de grãos como características decisivas. De maior relevância é o rendimento de grãos inteiros, que chega a 65% na forma integral e a 56% quando beneficiados, dados obtidos com a colheita dos grãos com teores de umidade variando entre 20 e 22%.

Tais resultados permitiram que a BRS 902 fosse selecionada e pudesse ser inscrita no Registro Nacional de Cultivares (junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) para cultivo nas condições de clima e solo nas quais foi avaliada nas Regiões Nordeste e Sudeste do Brasil.

Tabela 4. Produtividades de grãos (kg ha^{-1}) da cultivar BRS 902 em relação às testemunhas 'Vermelho Tradicional' e 'Cáqui Vermelho' em dez ensaios realizados na Região Nordeste brasileira no período de 2009 a 2012.

Cultivar	Teresina (PI)				Aparecida (PB)			Itaporanga (PB)	Apodi (RN)		Média da cultivar
	2009	2010	2011	2012	2009	2010	2011	2010	2011	2012	
BRS 902	10.166a	8.049	8.208a	10.633a	4.374b	3.088a	3.155a	6.716a	3.122	6.371a	6.343
Vermelho Tradicional	4.624b	7.244	3.625b	8.483ab	5.283a	1.941b	2.110b	5.024b	2.615	7.515a	4.846
Cáqui Vermelho	5.916b	6.966	-	6.849b	674b	1.916b	2.088b	3.349c	-	2.109b	3.733
Média do ensaio	8.763	7.914	5.474	7.905	4.690	2.816	2.634	5.898	2.212	5.649	5.395
F (tratamento)	**	ns	**	**	**	**	**	**	ns	**	-
C. V. (%)	12,9	10,0	15,6	14,1	19,0	7,1	7,6	13,0	14,0	10,0	-

(**) Significativo ao nível de 1 % de probabilidade; (ns) Não significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

Nas colunas, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Produtividades de grãos (kg ha^{-1}) da cultivar BRS 902 em relação às testemunhas 'BRS Fronteira' e 'Puitá Inta CL' (de pericarpo branco) e 'SCS 120 Ônix' (de pericarpo preto) em sete ambientes da Região Sudeste, no Vale do Rio Paraíba do Sul (SP e RJ), no período de 2011 a 2012.

Cultivar	Ano de 2011				Ano de 2012			Média da cultivar
	Canas (SP)	Roseira (SP)	Tremembé (SP)	Taubaté (SP)	Pindamonhangaba (SP)	Guaratinguetá (SP)	Campos dos Goytacazes (RJ)	
BRS 902	6.288	6.858	7.468	5.636	5.862	6.543	4.497	6.164
BRS Fronteira	5.102	6.809	7.823	5.972	6.932	7.568	5.460	6.523
Puitá Inta CL	5.966	7.360	6.609	5.690	-	-	-	6.406
SCS 120 Ônix	-	-	-	-	4.800	4.938	2.648	4.128
Média do ensaio	5.785	7.009	7.300	5.766	5.864	6.349	4.201	6.039
C. V. (%)	21,4	10,5	10,7	14,6	9,7	11,5	18,0	-

CONCLUSÃO

A cultivar BRS 902 é detentora de potencial produtivo, de características agrônômicas, industriais e culinárias desejáveis para cultivo nas condições de várzeas do Nordeste brasileiro, seja com ou sem controle de lâmina d'água, no sistema convencional e no orgânico, assim como para cultivo com controle de lâmina d'água no Vale do Rio Paraíba do Sul, nos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo.

Agradecimentos

Às seguintes pessoas e instituições:

Fazenda Tamanduá, localizada no município de Aparecida, Estado da Paraíba, na pessoa do seu presidente, Senhor Pierre Landolt, pelo apoio dado na execução dos chamados Ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU), etapa importante da pesquisa para atender às exigências legais, visando à obtenção dos requisitos mínimos para a inscrição da cultivar BRS 901 no Registro Nacional de Cultivares;

Professor Neyton de Oliveira Miranda, da Universidade Federal Rural do Semiárido - UFERSA, Mossoró, Rio Grande do Norte, e engenheiro-agrônomo José Flaviano B. de Lira, pelos dados dos Ensaios de VCU obtidos no município de Apodi, no mesmo Estado;

Fazenda Experimental Veludo, situada no município de Itaporanga, Paraíba, e pertencente à Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba - EMEPA, na pessoa do pesquisador João Nildo Rodrigues Lemos, pela colaboração na fase de execução dos Ensaios de VCU;

Glênio Wilson de Campos, engenheiro-agrônomo do Núcleo de Produção de Sementes da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI, Taubaté, São Paulo, pelo apoio na fase de execução dos Ensaios de VCU;

Silvino Amorim Neto, pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro - PESAGRO, Campos dos Goytacazes, no mesmo Estado, pela colaboração na fase de execução dos Ensaios de VCU.

Referências bibliográficas

AHUJA, U.; AHUJA, S. C.; CHAUDHARY, N.; THAKRAR, R. **Red rices**: past, present and future. Haryana. Disponível em: <http://www.agri-history.org/pdf/RedRices-UmaAhuja.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2011.

PEREIRA, J. A. **O arroz-vermelho cultivado no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 90p.

PEREIRA, J. A.; BASSINELLO, P. Z.; CUTRIM, V. dos A.; RIBEIRO, V. Q. Comparação entre características agronômicas, culinárias e nutricionais em variedades de arroz branco e vermelho. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 243-248, jan/mar. 2009.

PEREIRA, J. A.; BASSINELLO, P. Z.; FONSECA, J. R.; RIBEIRO, V. Q. Potencial genético de rendimento e propriedades culinárias do arroz-vermelho cultivado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 1, p. 43-48, jan/mar. 2007.

PEREIRA, J. A.; MORAIS, O. P. de; BRESEGHELLO, F. Análise da heterose de cruzamentos entre variedades de arroz-vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 9, p. 1135-1142, set. 2008.

PEREIRA, J. A.; MORAIS, O. P. de. **As variedades de arroz vermelho brasileiras**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2014. 38 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 229).

WICKERT, E.; SCHIOCCHET, M. A.; NOLDIN, J. A.; RAIMONDI, J. V.; KLEUESTON, R.; ANDRADE, A. de; SCHEUERMANN, K. K.; MARTINS, G. N.; MARSCHALEK, R.; HICKEL, E.; EBERHARDT, D. S.; KNOBLAUCH, R. SCS 119 Rubi e SCS 120 Ônix: novas variedades para o mercado de tipos especiais de arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria (RS): SOSBAI, 2013. CD-ROM.

BRS AG: CULTIVAR DE ARROZ IRRIGADO DESENVOLVIDA PARA PRODUÇÃO DE ÁLCOOL DE CEREAIS E/OU ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Ariano M. de Magalhães Jr.¹, Paulo Fagundes¹, Daniel F. Franco¹, Andre Andres¹, Cley D. Nunes¹, José Alberto Petrin¹, José Francisco Martins¹, Alcides Severo¹, Orlando P. de Moraes², Francisco Moura², Eduardo A. Streck³, Gabriel Aguiar³, Paulo Henrique K. Facchinello³, Matheus P. Huber⁴, Taise K. Krüger⁴

Palavras-chave: melhoramento genético, seleção, *Oryza sativa* L.

INTRODUÇÃO

A economia da Metade Sul do estado do Rio Grande do Sul está alicerçada principalmente na agropecuária, sendo o arroz irrigado e a produção de carne bovina e ovina os setores de maior destaque. No ponto de vista da orizicultura, ao longo da série histórica diversas safras apresentaram excelente produção, por exemplo, na última safra 2014/15 essa região do RS, produziu 8.62 mil toneladas, o que corresponde a 68,8% da produção nacional do cereal (CONAB, 2015).

No entanto, isso proporciona em muitos momentos altas quantidades de arroz armazenados por longos períodos ocasionando elevada oferta de arroz no mercado, o que reduz o preço pago pelo produto tornando a atividade orizícola economicamente inviável, não cobrindo os custos de produção. Nessa situação, inúmeros produtores optam por destinar suas lavouras para alimentação animal, fazendo silagem de arroz e/ou misturando os grãos na ração.

Baseado nesse cenário de crise, na safra 2010/11 a Embrapa foi demandada por um padrão de arroz diferenciado, ou seja, fora dos padrões exigidos pela preferência do consumidor nacional que é por grãos do tipo longos e finos, de aspecto vítreo e que fiquem soltos após cocção. Isto provocou uma série de iniciativas no programa de melhoramento genético da Embrapa, para buscar uma nova cultivar que se apresentasse como alternativa de uso, fosse como matéria-prima para alimentação animal ou para produção de álcool de cereais, retirando parte do grão longo fino de oferta ao mercado consumidor.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi apresentar a cultivar BRS AG "Gigante", que demonstra excelente potencial genético para a produção de álcool de cereais e/ou alimentação animal como nova alternativa para diversificar a orizicultura gaúcha, propiciando maior sustentabilidade econômica ao setor.

MATERIAL E MÉTODOS

A BRS AG tem como genitores a cultivar americana Gulfmont de arroz irrigado e a linhagem SLG1, de origem japonesa (TAKITA, 1983), sendo obtida através de cruzamento simples, realizado em 1994/95. As sementes F1 foram colhidas e armazenadas para plantio na safra subsequente. Em 1995/96, as sementes F1 foram semeadas em casa de vegetação e quando atingiram 20 cm de estatura, foram transplantadas no campo experimental da Estação Experimental Terras Baixas (ETB). As linhas F1 foram transplantadas ao lado dos seus genitores para comparação e "rouguing" de eventuais autofecundações. Após "rouguing" ter sido efetuado, foram coletadas anteras imaturas das plantas efetivamente híbridas que foram colocadas para indução de calos "in vitro" em laboratório e posterior regeneração de plantas. Neste processo, foram regeneradas plantas

¹ Embrapa Clima Temperado, Cx. Postal 403, CEP 96001-970 Pelotas, RS. e-mail: ariano.martins@embrapa.br

² Embrapa Arroz e Feijão

³ Estagiário Embrapa Clima Temperado – Pós-Graduação em Melhoramento Vegetal – UFPel-FAEM

⁴ Estagiário Embrapa Clima Temperado

homozigotas que foram aclimatizadas em casa de vegetação para produção de sementes. Na safra 1996/97, as sementes homozigotas foram para campo originando a linhagem CL 485, onde se observou o comportamento agrônômico da mesma. Dentre os caracteres avaliados destacou-se o tamanho avantajado dos grãos da linhagem, tendo peso médio de mil grãos em torno de 52 gramas, quase o dobro do peso correspondente das cultivares atualmente utilizadas para a produção de arroz no Brasil. Esta linhagem por não ter interesse quanto aos padrões exigidos pela preferência nacional que é por grãos do tipo longos e finos, de aspecto vítreo e que fiquem soltos após cocção, foi mantida no programa como fonte de variabilidade genética. Na safra 2011/12, a partir de uma demanda pelo padrão de arroz diferenciado, recuperou-se a linhagem CL 485 já fixada, que foi recodificada como AB11047, a qual fez parte dos ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU), em diferentes locais do Rio Grande do Sul durante o período de dois anos. Em 2011/12 esses ensaios foram conduzidos em Pelotas, Santa Vitória do Palmar e Alegrete. Em 2012/13, os ensaios foram conduzidos em Pelotas, Santa Vitória do Palmar e Capivari do Sul.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cultivar BRS AG "Gigante" é a primeira cultivar de arroz irrigado lançada para outros usos que não o consumo humano, prestando-se como matéria prima para produção de álcool de cereais e também para alimentação animal. As plantas de porte intermediário desta cultivar BRS AG "Gigante" (Tabela 1), possuem ciclo biológico ao redor de 126 dias, da emergência à maturação; grãos grandes, sem arista e alta capacidade produtiva. A estatura média das plantas é de 110 cm. A espessura do colmo é de 5,5 mm o que lhe confere colmos fortes tolerantes ao acamamento apesar da estatura de plantas (110) mais elevada. Apresenta folhas pilosas sendo a folha bandeira classificada como decumbente. Apresenta tolerância ao degrane, portanto não enquadra-se com risco de tornar-se uma planta infestante da lavoura orizícola. Aliado a este fato, as sementes da linhagem perdem o poder germinativo e vigor com grande facilidade, contribuindo para diminuir seu potencial de infestação, não podendo ser comparado à principal planta daninha da lavoura: arroz vermelho. Apresenta moderada tolerância à toxidez por ferro, bem como para a principal doença incidente sobre a cultura (brusone).

Essa cultivar tem aproximadamente 52 g de peso médio de mil grãos (Figura 1), enquanto que a cultivar BRS Pampa, a qual representa a maioria das cultivares de arroz irrigado apresenta peso médio de 25,6 g. Este elevado peso de mil grãos pode ser explicado pelas suas elevadas dimensões da cariopse, diferindo do padrão longo-fino requerido pelo mercado consumidor. Além disso, devido ao alto teor de amilose no grão, ocasiona a aglutinação dos grãos após o processo de cocção.



Figura 1 – Tamanho dos grãos da cultivar BRS AG "Gigante" (direita) em comparação com grãos da cultivar de arroz convencional BRS Pampa (esquerda). Embrapa Clima Temperado, 2015.

Tabela 1 - Características das plantas da nova cultivar de arroz irrigado BRS AG em comparação com a cultivar convencional BRS Pampa. Embrapa Clima Temperado, 2015.

CARACTERÍSTICAS	CULTIVAR	
	Plantas*	
	BRS AG	BRS PAMPA
Produtividade potencial (t ha ⁻¹)	10	10
Tipo de planta	intermediária	Moderno
Ciclo (dias da emergência a 50% floração)	96	88
Maturação	126 (médio)	118 (precoce)
Estatura de planta (cm)	110	96
Comprimento do colmo (cm)	88	72
Comprimento da panícula (cm)	23	24
Exercção da panícula	média	média
Cor da folha	verde	verde
Ângulo da folha bandeira	descendente	ereto
Cor da aurícula	Verde claro	Verde claro
Cor da lígula	Incolor a verde	Incolor a verde
Cor do internódio	Verde claro	Verde claro
Coloração de antocianina no colmo	Ausente/muito fraca	Ausente/muito fraca
Tipo de panícula	intermediária	intermediária
Pubescência do limbo foliar	presente	presente
Degrane	tolerante	intermediário
Acamamento	tolerante	moderadamente tolerante
Perfilhamento	baixo	alto
Toxidez indireta por ferro	moderadamente tolerante	moderadamente tolerante
Brusone na folha	moderadamente tolerante	moderadamente tolerante
Brusone na panícula	moderadamente tolerante	moderadamente tolerante
Mancha de grãos	moderadamente suscetível	moderadamente tolerante

* Podem surgir plantas atípicas devido à ocorrência de cruzamentos naturais. As reações aos estresses bióticos e abióticos podem sofrer alterações em função das características do ambiente e do tempo de cultivo.

Tabela 2 - Características do grão da nova cultivar de arroz irrigado BRS AG em comparação com a cultivar convencional BRS Pampa. Embrapa Clima Temperado, 2015.

CARACTERÍSTICAS	CULTIVAR	
	Grãos*	
	BRS AG	BRS PAMPA
Forma da cariopse	Meio alongada	longo-fino
Arista	ausente	ausente
Cor das glumas	palha	palha
Cor do ápico na floração	branca	branca
Cor do ápico na maturação	branca	branca
Pilosidade dos grãos	presente	presente
Comprimento com casca (mm)	7,82	9,82
Largura com casca (mm)	3,64	2,2
Espessura com casca (mm)	2,6	2
Comprimento sem casca (mm)	6,3	7,19
Largura sem casca (mm)	2,6	1,96
Espessura sem casca (mm)	1,9	1,76
Relação comprimento/largura sem casca (mm) **	2,15	3,59
Peso de mil grãos (g)	52	25,6
Renda total (%)	77,6	68
Inteiros (%)	71,6	62
Amilose	alta	alta
Temperatura de gelatinização	baixa	baixa

* Grãos com 13% de umidade, observados nos experimentos conduzidos pela Embrapa. A cultivar BRS AG não sofreu polimento, enquanto que a BRS Pampa foi descascada e polida em engenho de prova Suzuki

A época de semeadura da cultivar BRS AG "Gigante" deve seguir o zoneamento agrícola para a cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. Recomenda-se que a semeadura ocorra respeitando o ciclo da cultivar em interação com o ambiente de cultivo, de tal forma que a diferenciação do primórdio ocorra até o dia 1º de janeiro ou o mais próximo possível dessa data.

A densidade de sementes aptas (100% PG) deve ser em torno de 80 sementes por metro linear (aproximadamente 250 kg ha⁻¹) para o sistema em linha, pois não apresenta alta capacidade de perfilhamento, de forma a garantir uma população de plantas entre 200 e 300 plantas por metro quadrado (SOSBAI, 2014).

A cultivar BRS AG apresenta resposta positiva a diferentes níveis de adubação de base e de cobertura, sem que ocorra acamamento de plantas.

A colheita dessa cultivar, deve ser realizada quando a umidade do grão estiver entre 23% e 18%.

Nos testes de homogeneidade, a BRS AG "Gigante" tem-se mostrado uniforme sem a presença de plantas atípicas, demonstrando ser estável geneticamente, até mesmo pelo fato de ter sido obtida a homozigose através da cultura de anteras imaturas.

Esta cultivar, apresenta grãos muito grandes e tem uma relação amilose-amilopectina associada a outros atributos sensoriais que resulta em uma qualidade inferior no cozimento (MAGALHÃES JR., 2012), por tanto, sem adequação de uso ao consumidor brasileiro. Este tipo de grão tem sido denominado como DCH (desqualificado para consumo humano).

CONCLUSÃO

A cultivar BRS AG "Gigante" por apresentar grãos muito grandes e extremamente farináceos surge como uma excelente fonte para alimentação animal diretamente ou como matéria-prima para produção de álcool de cereais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Monitoramento Agrícola** - Cultivos de verão, 2ª safra e de inverno – Safra 2014/15. 9º Levantamento. Acessado em: junho/2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>

MAGALHÃES JÚNIOR, A.M.; AGUIAR, G.A. Arroz para produção de etanol. In: ELIAS, M.C.; OLIVEIRA, M.; VANIER, N.L. (Editores). Qualidade de arroz da pós-colheita ao consumo. Pelotas: Ed. Universitária da UFPEL, p. 79-94, 2012.

SOSBAI. **Arroz Irrigado: Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil**. / 30 Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado, 06 a 08 de agosto de 2014, Bento Gonçalves, RS. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. Santa Maria/RS: SOSBAI, 2014. 192p. , il.

TAKITA, T. Breeding of a rice line with extraordinarily large grains as a genetic source for high yielding varieties. JARQ, v. 17, p. 93-7. 1983.

CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO DE CINCO CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO COM A POPULAÇÃO DE SELEÇÃO RECORRENTE CNA12T

Paulo Henrique Ramos Guimarães¹; Paula Pereira Torga²; Orlando Peixoto de Moraes²; José Manoel Colombari Filho²; Paulo Hideo Nakano Rangel²; Raquel Neves de Mello²; Patrícia Guimarães Santos Melo³

Palavras-chave: variabilidade genética, ganho por seleção, *Oryza sativa*.

INTRODUÇÃO

Os programas de melhoramento genético de arroz têm se baseado na utilização de reduzido número de genitores com arquitetura moderna e atributos agronomicamente desejáveis. Isto tem conduzido ao estreitamento da base genética e consequente redução do ganho genético por ciclo de seleção (Fonseca et al., 2006). Em função disso, o método de melhoramento via seleção recorrente tem sido sugerido como forma de superar essa dificuldade (Destro & Montalván, 1999). Este é um processo cíclico de melhoramento que envolve obtenção, avaliação e recombinação das melhores progênies. Em consequência, é esperado aumento na frequência dos alelos favoráveis que se expressam por meio da melhoria do caráter sob seleção (Ramalho et al., 2012).

Neste sentido, a escolha de genitores para formação da população base é um aspecto fundamental no estabelecimento de um programa de seleção recorrente. Os genitores devem possuir atributos favoráveis para os caracteres mais importantes, apresentar alta variabilidade para os caracteres que se deseja selecionar e baixa divergência para as características que se pretende conservar na população (Chaves, 1997). Como a variabilidade genética diminui com os sucessivos ciclos de seleção (Gerald, 1997), é possível ampliar essa variabilidade sem impactar negativamente o desempenho médio da população, por meio dos procedimentos descritos por Moraes et al. (1997). Assim, objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial genético de cinco cultivares de arroz, como doadoras de alelos novos para a população CNA12T.

MATERIAL E MÉTODOS

Cinco cultivares de arroz irrigado, IRGA 424, BRS Biguá, BRS Catiana, Epagri 106 e Fedearroz 50, foram cruzadas com 4 a 6 famílias $S_{0.3}$ da CNA12T. Os 25 cruzamentos obtidos, em F_2 , as cinco cultivares genitoras, as 15 famílias da CNA12T envolvidas nos cruzamentos e quatro tratamentos testemunhas (BRS Tropical, BRS Jaçanã, Epagri 109 e BRA0511108) foram avaliadas em ensaio conduzido no ano agrícola 2013/14, no Campo Experimental da Fazenda Palmital, município de Goianira, GO, utilizando o delineamento em látice triplo 7x7. As parcelas experimentais constituíram-se de quatro linhas de 5,0 m, espaçadas de 0,17 m, área útil de 1,36 m². Foram avaliados os caracteres produção de grãos (PG, kg ha⁻¹), dias para florescimento (DF, dias) e altura de planta (AP, cm).

Na análise, por conveniência, os tratamentos foram reunidos em 12 grupos: G1: testemunhas; G2: IRGA 424; G3: BRS Biguá; G4: BRS Catiana; G5: Epagri 106; G6: Fedearroz 50; G7: as 15 famílias $S_{0.3}$; G8 a G12: cinco famílias de meios-irmãos (FMI), oriundas da reunião dos cruzamentos com cada cultivar genitora como parental comum. As

¹ Doutorando em Genética e Melhoramento de Plantas - EA/UFG, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO, CEP 74001-970. e-mail: paulohenriquerg@hotmail.com.

² Pesquisadores Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO 462, km 12 Zona Rural, Santo Antônio de Goiás - GO

³ Professora Associada I - Escola de Agronomia - Setor de Melhoramento de Plantas da Universidade Federal de Goiás EA/UFG.

análises foram realizadas conforme o modelo: $Y_{ijkm} = \mu + r_j + b_{k/j} + t_m + g_{i/m} + e_{ijkm}$, em que: Y_{ijkm} : é a observação do genótipo i , no bloco k da repetição j , pertencente ao grupo m ; μ : é a média geral; r_j : é o efeito da repetição j ; $b_{k/j}$: é o efeito do bloco k dentro da repetição $j = 1, \dots, 3$; t_m : é o efeito do grupo m , sendo $m = 1, 2, \dots, 12$; $g_{i/m}$: é o efeito do tratamento i (genitores, famílias e testemunhas) do grupo m ; e e_{ijkm} : é efeito do erro experimental associado à $ijkm$ -ésima observação, assumindo-se $e_{ijkm} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$.

A capacidade geral de combinação (*cgc*) para PG da cultivar i , com a população CNA12T foi estimada adotando o seguinte modelo: $y_i = \mu + g_i + e_i$, em que y_i : corresponde à média ajustada da FMI correspondente a linhagem i como genitora comum; μ : constante associada a todas as observações y_i ; g_i : capacidade geral de combinação da linhagem i com a população; e e_i : erro relativo a observação y_i . As análises de capacidade combinatória foram realizadas com as adaptações necessárias para a situação de não-ortogonalidade e não homocedasticidade das médias ajustadas de tratamentos conforme descrito por Silva et al. (2000). A significância das estimativas de capacidade geral (*cgc*) foi testada pelo teste t ($p \leq 0,05$). As análises estatísticas e operações matriciais necessárias para a estimação dos parâmetros do modelo e de seus erros associados foram realizadas, com o auxílio do aplicativo R (R Development Core Team, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observaram-se diferenças significativas entre grupos e tratamentos dentro de grupo para os caracteres PG, AP e DF ($p \leq 0,01$). Isto é indicativo, de que os grupos avaliados apresentaram comportamento diferenciado para estes caracteres. (Tabela 1). Verificou-se que os *CV*(%) obtidos para PG, AP e DF foram baixos, denotando boa precisão na condução e obtenção das estimativas das variáveis de interesse (Costa et al., 2012)

Tabela 1. Resumo da análise de variância para os caracteres produção de grãos (PG, kg ha⁻¹), altura de plantas (AP, cm) e dias para florescimento (DF, dias).

FV	GL	QM		
		PG	AP	DF
Repetição	2	7.481.838,2**	196,98**	15,90 ^{ns}
Bloco (Rep)	18	1.795.056,29 ^{ns}	48,03**	10,19**
Grupo	11	5.575.481,76**	41,84**	110,97**
Tratamento (Grupo)	37	2.021.761,64*	29,09*	22,85**
Resíduo	78; (76) ¹	1.285.957,30	16,21	4,38
Média	-	7.115,45	99,13	82,92
<i>CV</i> (%)	-	15,94	4,06	2,52

^{ns}, ** e *: não significativo e significativos à 1% e 5%, respectivamente, pelo teste F.

¹: graus de liberdade para AP e DF.

Observou-se que a média da população não diferiu estatisticamente da média das testemunhas, indicando que, a CNA 12T possui níveis de PG semelhantes às cultivares utilizadas comercialmente. Observou-se também que quatro das cinco cultivares, utilizadas como novos genitores potenciais da população, têm níveis de produtividade similares, enquanto uma, a Fedearroz 50, produziu menos, a ponto de diferir significativamente da BRS Biguá, a de maior média estimada. Destaca-se o desempenho da cultivar IRGA 424, por aliar bom desempenho produtivo, menor altura de planta e precocidade. Além disso, as FMI oriundas do cruzamento dessa cultivar com a população CNA12T apresentaram maiores médias de PG e redução em AP e DF (Tabela 2).

Verificou-se que a média populacional para os caracteres AP e DF foi similar à do grupo de testemunhas. Apesar de não diferirem significativamente, observou-se que as médias das FMI oriundas do cruzamento das cultivares IRGA 424, Epagri 106, Biguá e a população CNA 12T, além de possuírem alta PG, apresentaram redução em AP e DF (Tabela 2), aproximando-se do ideotipo da planta de arroz moderno, pois, em geral, preferem-se plantas mais compactas com altura variando de 80 a 100 cm (Jennings et al.,

1979), permitindo que estas tolerem níveis mais elevados de adubação nitrogenada sem acamarem. Este fato associado à alta capacidade fotossintética e à emissão de perfilhos possibilita bons índices de produção de grãos (Terres et al., 2004).

Tabela 2. Estimativas da média ajustada para produção de grãos (PG, kg ha⁻¹), altura de plantas (AP, cm) e dias para florescimento (DF, dias).

Grupo	PG		AP		DF	
IRGA 424	7226,38	abc	99,10	ab	82,35	bc
BRS Biguá	7346,29	ab	97,21	ab	82,88	bc
BRS Catiana	6142,51	abc	104,90	a	89,76	ab
Epagri 106	6962,18	abc	98,14	ab	90,90	a
Fedearroz 50	4115,55	c	102,04	ab	89,88	a
IRGA 424 x CNA12T	8038,34	a	95,38	b	79,56	cd
BRS Biguá x CNA12T	6934,06	abc	102,01	ab	81,90	bcc
BRS Catiana x CNA12 T	7437,15	ab	100,95	ab	85,84	b
Fedearroz50 x CNA12T	5945,14	abc	99,71	ab	84,24	b
Epagri 106 x CNA12T	7497,69	ab	99,20	ab	79,11	d
População CNA 12T	7231,44	abc	98,10	ab	82,14	bc
Testemunhas	7648,81	ab	98,82	ab	88,45	ab

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A média de PG das FMI ($\mu=7.170,5$ kg.ha⁻¹) foi ligeiramente inferior à média da população CNA12T ($\mu=7.231,4$ kg.ha⁻¹), indicando que, se todas as cinco cultivares genitoras fossem incorporadas na população, não se observaria efeito direto no aumento de sua produção média de grãos. Observou-se que os cruzamentos das cultivares IRGA 424, Epagri 106 e BRS Catiana com a população CNA 12T foram os que apresentaram maior *cgc*, embora não difiram estatisticamente de zero ($p>0,05$). Verificou-se, por outro lado, que a Fedearroz 50 apresentou baixa capacidade de combinação com a população, com estimativa de *cgc* negativa e altamente significativa ($p<0,01$) (Tabela 3). Isso indica que a introdução desse genitor na população poderia ocasionar redução no seu desempenho médio quanto à produção de grãos. Entretanto, sabe-se que esse genitor é uma fonte importante de resistência à brusone, e que pode ser incorporada à população via retrocruzamentos, utilizando a população como genitor recorrente, com seleção dos indivíduos portadores de resistência a cada ciclo de retrocruzamento. Com esse procedimento, a participação da Fedearroz 50 no *background* gênico da população seria desprezível, a não ser com os alelos alvos de resistência à brusone.

Tabela 3. Capacidade geral de combinação das cultivares candidatas a novo genitor da população CNA 12T.

Cultivar candidata	<i>cgc</i> ± desvio padrão		
IRGA 424	867,86 ^{ns}	±	610,29
BRS Biguá	-236,42 ^{ns}	±	619,23
BRS Catiana	266,67 ^{ns}	±	619,32
Fedearroz 50	-1.225,34 ^{**}	±	336,25
Epagri 106	327,21 ^{ns}	±	352,19
	$\mu=7.170,48$	±	250,31

^{ns} e ^{**}: não significativo e significativos à 1% pelo teste t.

A incorporação das cultivares IRGA 424, BRS Catiana e Epagri 106, contudo, pode ser direta, pois não prejudicaria a capacidade produtiva da população, por não apresentarem com ela *cgc* negativa, porém com potencial de impactarem positivamente em maior resistência à brusone (IRGA 424 e Epagri 106), melhor arquitetura de planta e tolerância ao acamamento (IRGA 424), em permanência verde ou “*staygreen*” (BRS Catiana) etc. Com essa incorporação direta, a CNA12T, que atualmente constitui-se de 18 subpopulações (RANGEL et al., 2005), poderia passar a constituir-se de 21 subpopulações, sendo as três adicionais oriundas das FMI derivadas desses três novos genitores.

CONCLUSÃO

1. A cultivar IRGA 424 confirma sua excelente capacidade de PG, AP e DF, e os cruzamentos desta com a CNA 12T superam a média populacional e das testemunhas.
2. Quanto à produção de grãos, altura de planta e dias para a floração média, a população CNA12T não difere estatisticamente das cultivares utilizadas como testemunhas consideradas em conjunto.
3. As cultivares IRGA 424, Epagri 106 e BRS Catiana podem ser introduzidas na CNA12T, contribuindo para a melhorias do desempenho médio da população em relação a características de interesse

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHAVES, L. J. Criterios para escoger genitores para um programa de selección recurrente. In: GUIMARÃES, E. P. (ed.). **Selección recurrente em arroz**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1997. p. 13-23.

COSTA, N. H. A. D. et al. **Novos métodos de classificação de coeficientes de variação para a cultura do arroz de terras altas. Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n.3, p.243-249, mar. 2002.

DESTRO, D.; MONTALVÁN, D. Selección de parentais e geração F₁. In: DESTRO, D.; MONTALVÁN, D. (Ed.). **Melhoramento genético de plantas**. Londrina: editora UEL, 1999. p. 207-218.

FONSECA, J. R.; BRONDANI, C.; BRONDANI, R. P. V.; RANGEL, P. H. N. Recursos genéticos. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. 2 ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 257-288.

GERALDI, I. O. Selección recurrente en el mejoramiento de plants. In: E.P. GUIMARÃES (Ed). **Selección recurrente en arroz**. Cali, Colômbia: CIAT. 1997. p. 3-12.

JENNINGS, P.R.; COFFMAN, W.; KAUFFMAN, H.E. Rice Improvement, International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna. Phillipines, 1979. 186p.

MORAIS, O. P.; CASTRO, E. M.; SANT'ANA, E. P. Selección recurrente en arroz de Secano en Brasil. In: GUIMARÃES, E. P. (Ed.). **Selección recurrente en arroz**. Cali, Colômbia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1997. p. 99-118.

R Core Team (2013) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Viena, Áustria. Disponível em <<http://www.Rproject.org>>.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; SANTOS, J. B.; NUNES, J. A. R.; **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Lavras: Editora UFLA, 2012. 522p.

RANGEL, P. H. N.; CORDEIRO, A. C. C.; LOPES, S. I. G.; MORAIS, O. P.; BRONDANI, C.; BRONDANI, R. P. V.; YOKOYAMA, S.; BACHA, R.; ISHIY, T. Advances in population improvement of irrigated rice in Brazil. In: GUIMARÃES, E. P. **Population improvement: a way of exploiting the rice genetic resources of Latin America**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2005. p. 145-186.

SILVA, S. A. G. et al. Método generalizado de análise de dialelos desbalanceados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 10, p.1999-2005, out. 2000.

TERRES, A. L. S.; FAGUNDES, P. R. R.; MACHADO, M. O.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; NUNES, C. D. M. Melhoramento genético e cultivares de arroz. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. (Ed.). **Arroz irrigado**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 161-235.

CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO E INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS NA HIBRIDAÇÃO DE ARROZ IRRIGADO

Gabriel Almeida Aquiar¹; Eduardo Anibele Streck²; Ariano Martins de Magalhães Jr.³; Paulo Ricardo dos Reis Fagundes³; Luciano Carlos da Maia⁴; Matheus Plantikow Huber⁵; Taise Kuhn Krüger⁵

Palavras-chave: cruzamento, dialelo, melhoramento genético, *Oryza sativa* L.

INTRODUÇÃO

Os programas de melhoramento genético no decorrer das últimas décadas tem desenvolvido e disponibilizado aos agricultores novas cultivares de arroz irrigado, as quais apresentam genes que auxiliam a superar os fatores abióticos e bióticos que limitam a produtividade da cultura.

As atividades desenvolvidas nos programas de melhoramento genético são constantes e envolvem várias etapas desde a criação ou ampliação da variabilidade, seleção de plantas até a fixação da homozigose das linhagens e avaliação em ensaios de rendimento (MAGALHÃES JR. et al., 2003). Entre essas etapas, a ampliação da variabilidade genética é uma das mais importantes, devido ao surgimento de novos genótipos como resultado de processos genéticos derivados de rearranjos de alelos existentes numa população, em consequência de hibridações naturais ou artificiais.

A hibridação é uma etapa fundamental em um programa de melhoramento, pois permite associar em um único genótipo características manifestadas em dois ou mais genótipos. Através desse processo, fragmentos de DNA e novas combinações de genes são transferidos de uma planta para a outra, incrementando a variabilidade genética e aumentando a possibilidade de formar novas combinações de genes (RAMALHO, 2008), entre essas algumas podem ser altamente favoráveis, de modo a se obter novas cultivares agronomicamente superiores.

Para realizar as hibridações é imprescindível o conhecimento da morfologia floral da espécie. Com relação a esse aspecto, o arroz apresenta flores reunidas em inflorescências denominada de panícula, sendo composta pela ráquis, das quais saem as ramificações primárias que, por sua vez, originam às ramificações secundárias. Os pedicelos desenvolvem-se dos nós das ramificações e em suas extremidade originam-se as espiguetas, sendo essas formadas por dois pares de glumas, que envolvem a flor do arroz. Após a formação do grão, essas estruturas constituem a casca (lema e pálea). As flores do arroz são hermafroditas, onde o pistilo, ou seja, a parte feminina, é composta de estigma, estilete e ovário. O estigma é plumoso, onde os grãos de pólen são depositados. O ovário é bastante desenvolvido e apresenta dois estiletes. Já na parte masculina, são observados seis estames bem desenvolvidos, constituído pela antera que contém os grãos de pólen e pelo filete, que é a estrutura que liga a antera à base da flor. Cabe salientar que o arroz é uma planta autógama (ALLARD, 1971), onde a fecundação ocorre antes da abertura floral. Por esta razão, no processo de hibridação controlada, há necessidade de emasculação.

Durante todo o decorrer do processo de hibridação artificial em arroz alguns fatores influenciam de forma direta no propósito final, ou seja, na obtenção de sementes F1 e com um satisfatório índice de pega. Entre esses fatores, destaca-se: as condições ambientais, o método de emasculação, a forma de polinização e a capacidade de combinação entre os genitores. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a capacidade de combinação e a influência das condições de ambiente na hibridação de arroz irrigado.

¹Doutorando, UFPEl/ Embrapa Clima Temperado, Rua Ismael Simões Lopes Nº 196, gabrielalmeidaaquiar@yahoo.com.br

²Doutorando, UFPEl/ Embrapa Clima Temperado.

³Doutor Pesquisador, Embrapa Clima Temperado.

⁴Professor Doutor, Universidade Federal de Pelotas.

⁵Estudante de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado no município do Capão do Leão/RS, entre os meses de outubro de 2014 a fevereiro de 2015, em casa de vegetação, onde foi monitorado diariamente durante todo o período de hibridação a temperatura e a umidade relativa por meio de um termo-higrômetro.

O experimento foi realizado em baldes de 10L, preenchidos com terra em condições naturais de um Planossolo, com uma densidade de 5 sementes por balde. A semeadura foi em seis épocas distintas, com um intervalo de uma semana entre uma e outra, sendo a primeira no dia 06/10/2014 e a última em 10/11/2014, a fim de escalonar a hibridação que foi realizada entre os dias 12/01/2015 a 19/02/2015 facilitando o processo de emasculação, o qual foi efetuado através do método de sucção a vácuo em uma sala climatizada, sendo a polinização executada no período entre as 12:00 e 13:00 horas. As práticas de adubação e manejo foram adotadas segundo as recomendações técnicas de cultivo do arroz irrigado (SOSBAI, 2014).

Foi utilizado nesse estudo 14 cruzamentos de forma recíproca: BRS Pampa / Puitá INTA CL, Puitá INTA CL / BRS Pampa, BRS Bojuru / BR IRGA 409, BR IRGA 409 / BRS Bojuru, SCS120 Ônix / BRS Pampa, BRS Pampa / SCS120 Ônix, Arbório / BRS AG, BRS AG / Arbório, BRS AG / Austral, Austral / BRS AG, BRA 051108 / Puitá INTA CL, Puitá INTA CL / BRA 051108, BRS Querência / BRS Pampa e BRS Pampa / BRS Querência.

A emasculação foi realizada quando a panícula estava com 2/3 para fora da bainha, sendo eliminadas as espiguetas do terço superior (autofecundação) e do terço inferior (imaturas), resultando entre 50 a 60 espiguetas por panícula em cada repetição. Foram avaliados após 30 dias da hibridação, através de um processo de contagem o número de espiguetas férteis e estéreis por panícula, a fim de determinar o percentual de cruzamento (grãos formados) para cada tratamento. O delineamento estático do experimento foi inteiramente casualizado, com quatorze tratamentos e cinco repetições. A análise estatística dos dados foi processada através do aplicativo computacional GENES (CRUZ, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme o resultado da análise de variância, existe efeito significativo entre as combinações dos genótipos de arroz irrigado avaliados quanto a porcentagem média de hibridação, assim como houve diferença significativa pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade entre os cruzamentos (Tabela 1).

Tabela 1. Porcentagem média de hibridação de 14 cruzamentos recíprocos de arroz irrigado. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2015.

Cruzamentos	% Hibridação	Cruzamentos	% Hibridação
BRS Bojuru / BR IRGA 409	33,9 a	BRA 051108 / Puitá INTA CL	21,3 bcd
BRS AG / Arbório	31,2 a	BRS Querência / BRS Pampa	19,0 cde
BRS Pampa / BRS Querência	31,1 a	Austral / BRS AG	17,3 def
BR IRGA 409 / BRS Bojuru	25,1 b	BRS AG / Austral	16,9 def
Puitá INTA CL / BRS Pampa	24,3 b	Puitá INTA CL / BRA 051108	15,4 ef
BRS Pampa / Puitá INTA CL	24,2 b	Arbório / BRS AG	13,5 f
SCS120 Ônix / BRS Pampa	23,5 bc	BRS Pampa / SCS120 Ônix	7,0 g
Média		21,7	
CV (%)		6,9	

As médias seguidas pela mesmas letras não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A porcentagem de hibridação variou de 7,0% (BRS Pampa / SCS120 Ônix) a 33,9% (BRS Bojuru / BR IRGA 409), com CV de 6,9% e média geral de 21,7%, sendo que 7

cruzamentos apresentaram maior porcentagem de hibridação que a média geral (BRS Bojuru / BR IRGA 409 (33,9%); BRS AG / Arbório (31,2%); BRS Pampa / BRS Querência (31,1%); BR IRGA 409 / BRS Bojuru (25,1%); Puitá INTA CL / BRS Pampa (24,3%); BRS Pampa / Puitá INTA CL (24,2%); SCS120 Ônix / BRS Pampa (23,5%).

Cabe ressaltar que alguns cruzamentos recíprocos apresentaram estatisticamente a mesma porcentagem de hibridação, por exemplo, Puitá INTA CL / BRS Pampa (24,3%), BRS Pampa / Puitá INTA CL (24,2%) e Austral / BRS AG (17,3%), BRS AG / Austral (16,9%) demonstrando dessa forma que não existe diferença em utilizar os genótipos BRS Pampa, Puitá INTA CL, Austral e BRS AG como genitor masculino ou feminino nessas combinações. No entanto, nas demais combinações analisadas há desigualdade na porcentagem de hibridação quando um determinado genótipo é usado como doar ou receptor de pólen, influenciando assim na porcentagem de pega (hibridação), como foi o caso de BRS AG / Arbório (31,2%), Arbório / BRS AG (13,5%) e SCS120 Ônix / BRS Pampa (23,5%), BRS Pampa / SCS120 Ônix (7,0%). Os cruzamentos que demonstraram uma maior capacidade combinatória foram BRS Bojuru / BR IRGA 409 (33,9%), BRS AG / Arbório (31,2%) e BRS Pampa / BRS Querência (31,1%), que apresentaram maior porcentagem de hibridação (Tabela 1).

Na Figura 1a, pode-se observar que a variação da temperatura mínima no experimento durante o período de hibridação foi de 15,5°C a 26,4°C com uma média de 21°C, temperatura essa acima da temperatura crítica baixa (15°C a 20°C) no estágio de emergência da panícula (YOSHIDA, 1981), ou seja, não proporcionou danos térmicos na estrutura floral do arroz.

Já a temperatura máxima foi de 37,3°C a 47,3°C com uma temperatura máxima média de 43°C (Figura 1a), isto é, acima da temperatura considerada ideal que é de 30°C a 33°C e da temperatura crítica alta, que é 35°C e 38°C nas fases de emergência da panícula e antes, respectivamente (YOSHIDA, 1981). Isso pode acarretar na infertilidade dos órgãos reprodutivos da flor do arroz, pois o estresse térmico por altas temperaturas pode reduzir o número, diminuir o tamanho e causar deformidade de órgãos da flor (MORRISON; STEWART, 2002), prejudicando a divisão celular e diminuindo a produção de pólen (PRASAD et al., 2006), reduzindo a dispersão do grão de pólen do arroz.

A umidade relativa máxima oscilou de 78% a 99% com uma média de 89%. Já a umidade relativa mínima no período da polinização variou de 24% a 49%, com média de 33% (Figura 1b). Conforme a Figura 1c, a porcentagem de hibridação no experimento variou de 3,1% a 39,7% com uma média entre as combinações de 21,7%, resultados esses coincidentes aos encontrados por Aguiar (2014) e Yzaguirre et al. (2008), que obtiveram 38,56% e 31,5% de hibridação em arroz, respectivamente.

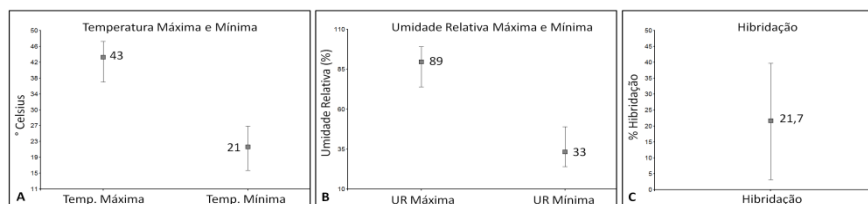


Figura 1. Variação da temperatura máxima e mínima, na umidade relativa máxima e mínima e no percentual de hibridação nos cruzamentos. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2015.

Observando as correlações de Pearson na Tabela 2, verifica-se que as variáveis temperatura máxima e umidade relativa máxima apresentaram correlação negativa moderada com a % de hibridação, ambas com -0,51. Já as variáveis temperatura mínima e umidade relativa mínima correlacionam-se positivamente de forma moderada e fraca com a % de hibridação, apresentando 0,59 e 0,44, respectivamente.

A % de hibridação correlacionada com as variáveis T. Máx. e UR Máx., indica que para haver maior % de hibridação nos cruzamentos de arroz, deve-se controlar essas variáveis, pois assim evita-se estresses térmicos e facilita-se a liberação do grão de pólen pelas anteras, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Coeficientes de correlação simples de Pearson entre as variáveis % de hibridação (% Hib.), temperatura máxima (T. Máx.), temperatura mínima (T. Mín.), umidade relativa máxima (UR Máx.) e umidade relativa mínima (UR Mín.). Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2015.

Variáveis	% Hib.	T. Máx.	T. Mín.	UR Máx.	UR Mín.
% Hib.	1	-0,51*	0,59*	-0,51*	0,44*
T. Máx.		1	-0,44*	0,63*	-0,43*
T. Mín.			1	-0,44*	0,34 ^{ns}
UR Máx.				1	-0,43*
UR Mín.					1

* : Significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t.

^{ns} : Não significativo.

CONCLUSÃO

A porcentagem de hibridação de arroz irrigado é decorrente da capacidade das combinações genética entre os genitores, bem como das condições ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, G. A. Hipertermoterapia e quimioterapia no processo de emasculação de arroz aplicado ao melhoramento genético. 81f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.
- ALLARD, R.W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Edgard Blüchner. 1971. 381p.
- CRUZ, C. D. **Programa GENES**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2006. 442 p.
- MAGALHÃES JR., A. M. de; FAGUNDES, P. R.; FRANCO, D. F. Melhoramento genético, biotecnologia e cultivares de arroz irrigado. In: MAGALHÃES JR. de, A.M.; GOMES, A. da S. **Arroz irrigado: melhoramento genético, manejo do solo e da água e prognóstico climático**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado. Doc.113, p.13-33, 2003.
- MORRISON, M. J.; STEWART, D. W. Heat stress during flowering in summer Brassica. **Crop Science**, v 42, p 797 - 803, 2002.
- PRASAD, P. V. V.; BOOTE, K. J.; ALLEN, L. H.; SHEEHY, J. E.; THOMAS, J. M. G. Species, ecotype and cultivar differences in spikelet fertility and harvest index of rice in response to high temperature stress. **Field Crops Res.** v.95, p.398-411, 2006.
- RAMALHO, M. A. P. et al. **Genética na Agropecuária**. 4ªed. Lavras. Ed. UFLA. 2008. 464p.
- Sosbai - Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. Recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. **XXX Reunião técnica da cultura do arroz irrigado**, 06 a 08 de agosto de 2014, Bento Gonçalves, RS, Brasil. – Santa Maria: Sociedade Brasileira de Arroz Irrigado. Santa Maria, 2014.
- YOSHIDA, S. In: **Fundamentals of rice crop science**. Philippines. IRRI, 1981. 279p.
- YZAGUIRRE, A. G.; CARRERES, R. Efficiency of different hybridization methods in single crosses of rice for pure line breeding. **Spanish Journal of Agricultural Research** v.6, n.3, p.395-400, 2008.

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E TESTE DE DHE DA CULTIVAR IRGA 424 RI E DE TRÊS LINHAGENS ELITES DO PROGRAMA DE MELHORAMENTO DO IRGA

Liane Terezinha Dorneles¹, Mara Cristina Barbosa Lopes², Sérgio Iraçu Gindri Lopes², Cláudio Ogoshi², Ângelo Zamboni³

Palavras chave: melhoramento, *Oryza sativa*, proteção, variabilidade

INTRODUÇÃO

O Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) mantém um programa de melhoramento genético para o desenvolvimento de cultivares de arroz irrigado com características de alta produtividade, qualidade industrial e de cocção dos grãos, resistência a estresses bióticos e abióticos, adaptadas ao estado do Rio Grande do Sul (RS). A cada safra agrícola é realizado o ensaio de rendimento denominado Valor de Cultivo e Uso (VCU), que é obrigatório para fins de registro das novas cultivares junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Desse ensaio as linhagens elites candidatas a liberação comercial pelo IRGA, são avaliadas no Teste de DHE (Distinguibilidade, Homogeneidade e Estabilidade).

Para o requerimento de proteção de cultivares de espécies vegetais junto ao Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC / MAPA), seguindo a Lei nº 9.456/1997 e os Decretos 2.366/1997 e 3.109/1999 (Brasil, 1998), faz-se necessário o preenchimento de três Formulários: 1 – Requerimento de Proteção de Cultivar, 2 – Relatório Técnico, 3 – Descritores Mínimos da Espécie. Portanto, dentre as atividades do melhorista no desenvolvimento de novas cultivares está a caracterização morfológica que deve seguir as instruções do teste de DHE do Formulário 3.

A Tabela dos Descritores Mínimos do Arroz (*Oryza sativa*, L.) contempla 27 caracteres morfológicos obrigatórios de folha, colmo, panícula, espiguetas e grãos. Poderão ainda ser adicionadas informações complementares referentes às reações às pragas, às doenças e a estresses ambientais, produtividade e características associadas a qualidade dos grãos. O poder de discriminação desses descritores é fundamental, pois a proteção de uma nova cultivar só é concedida mediante a comprovação de sua Distinguibilidade, ou seja, a cultivar tem que se distinguir das demais por uma característica importante ou por várias características, cuja combinação lhe dê a qualidade de "variedade nova".

A nova cultivar deve possuir ainda Homogeneidade e Estabilidade. Segundo a Lei nº 9.456/1997, uma cultivar é considerada homogênea, quando plantada em escala comercial, apresente variabilidade mínima quanto aos descritores morfológicos que a identificam e será estável se mantiver essa mesma condição em gerações sucessivas.

O objetivo deste trabalho foi realizar o Teste de DHE e caracterizar a morfologia da nova cultivar IRGA 424 RI e de três linhagens elites do Programa de Melhoramento Genético do IRGA, para fins de proteção junto ao SNPC / MAPA.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado na Estação Experimental do Arroz (EEA), localizada em Cachoeirinha – RS, na safra 2014/2015. Os genótipos avaliados foram a cultivar IRGA 424 RI e as linhagens elites IRGA 4720-24-1-3, IRGA 4852-M-U7-7-P-3 e FL04414-2M-8P-5M-

¹ Eng. Agr., D Sc., Instituto Rio Grandense do Arroz – IRGA. Av. Bonifácio Carvalho Bernardes 1494, Cachoeirinha, RS, C. P. 29 CEP: 94930-030. E-mail: liane-dorneles@irga.rs.gov.br

² Instituto Rio Grandense do Arroz

³ Bolsista de Iniciação Científica – UFRGS

1C-1V-1V do programa de Melhoramento Genético do IRGA. A semeadura foi feita com semeadora experimental de parcelas e na densidade de 350 sementes aptas por metro quadrado, assegurando uma população mínima de 2.000 plantas por parcela. As parcelas mediram 5,0 m x 1,53 m, compostas de nove linhas espaçadas de 0,17 m e distribuídas no delineamento experimental de blocos ao acaso e com duas repetições. O manejo da cultura foi seguindo as recomendações técnicas da pesquisa (SOSBAI, 2014).

A caracterização morfológica para fins de proteção foi realizada através dos 27 Descritores Mínimos de Arroz (*Oryza sativa* L.) (DMA), desenvolvidos e publicados pelo SNPC / MAPA, conforme constam na Tabela 1. Além disso, também foram realizadas avaliações complementares, solicitadas no formulário dos Descritores, referentes a doenças, as quais foram avaliadas no viveiro conduzido no município de Torres e em ensaios de rendimento regionais e, estresses ambientais, para o qual a avaliação de reação à toxidez por excesso de ferro, foi realizada no viveiro conduzido em Camaquã, seguindo a metodologia desenvolvida por Bacha e Ishiy (1986). Em ambos os viveiros foram utilizadas as escalas de avaliação propostas pelo IRRI (1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados obtidos para os genótipos avaliados nos 27 descritores morfológicos avaliados. Dentre as características relacionadas à folha (Itens 1 a 5 da Tabela 1), somente três foram polimórficas e entre estas somente “pubescência do limbo” conseguiu discriminar os quatro genótipos, mas mesmo assim com diferenças tênues e classes de transição. A cor da folha (Item 1) variou de verde-claro a verde, portanto com baixo poder de discriminação, que pode ainda ser influenciado pelo ambiente de cultivo. Por exemplo, em solos que apresentam deficiência de nitrogênio as folhas normalmente apresentam tonalidade verde mais clara do que em solos bem nutridos, o que poderia prejudicar a avaliação da cor sem a presença de cultivares testemunhas, o que ainda não é uma metodologia obrigatória. As cores da aurícula e lígula foram monomórficas para todos os genótipos.

A resistência ao acamamento das plantas é uma característica importante na busca de genótipos adaptados para o cultivo do arroz no sistema pré-germinado. Assim também o é, para semeaduras em solo seco (convencional, cultivo mínimo e semeadura direta), uma vez que, em geral, nestes sistemas são adotadas práticas de manejo para altas produtividades, incluindo altos níveis de adubação nitrogenada. Neste sentido, as características de comprimento e espessura do colmo têm recebido atenção especial no programa de melhoramento do IRGA. Para a primeira característica destacaram-se as linhagens IRGA 4720-24-1-3 e IRGA 4852-M-U7-7-P-3 e a cultivar IRGA 424 RI, que apresentaram colmo “curto” e espessura “média”. Por outro lado, a linhagem FL04414-2M-8P-5M-1C-1V-1V apresentou colmo com comprimento “médio” e espessura “fina”, o que deve ser melhor investigado nos trabalhos de desempenho agrônômico, principalmente no sistema pré-germinado.

Com relação aos descritores referentes à panícula, a principal diferença, foi para a presença de arista na linhagem FL04414-2M-8P-5M-1C-1V-1V. O descritor número 15, “distribuição das aristas”, é formado por classes que considera somente a presença de aristas (1= somente na ponta; 2=1/4 superior; 3=1/2 superior; 4=2/3 superior e 5=toda extensão). Para os demais genótipos, em que não foi identificada a presença de aristas, utilizou-se a classe “ausente”, conforme consta na Tabela 1. Da mesma forma ocorreu para o descritor número 16, “comprimento das aristas”, onde em uma mesma classe estão as opções ausente/muito curta. Esses dois caracteres devem ser ajustados futuramente no formulário do SNPC, o que já foi sugerido pelo grupo de melhoristas vinculados a Comissão Técnica do Arroz da Região Sul.

As diferenças encontradas referentes às espiguetas foram para a cor do estigma na linhagem IRGA 4852-M-U7-7-P-3 e pubescência das glumelas e cor do apículo na floração, para a cultivar IRGA 424 RI.

Todas as linhagens apresentaram ciclo curto e a cultivar IRGA 424 RI foi classificada como de ciclo médio. As linhagens IRGA 4720-24-1-3 e FL04414-2M-8P-5M-1C-1V-1V foram as que apresentaram maior peso de mil grãos (classe 5). Todos os genótipos apresentaram os grãos com o comprimento longo e a forma alongada. A cor da cariopse foi pardo-clara para as linhagens IRGA 4720-24-1-3 e IRGA 4852-M-U7-7-P-3 e parda para os outros dois genótipos.

Pelos dados morfológicos da Tabela 1 observa-se que os genótipos mais próximos morfologicamente são as linhagens IRGA 4720-24-1-3 e IRGA 4852-M-U7-7-P-3, que apresentaram polimorfismo somente para quatro características, a saber: 2 - pubescência do limbo, 5 - ângulo da folha bandeira, 17 - cor do estigma e 24 - peso de mil grãos. Dentre estas tem-se duas com classes intermediárias (Itens 2 e 5) e uma terceira que é quantitativa (Item 24) e pode ser influenciada pelo ambiente. Essas observações confirmam que o conjunto de descritores mínimos do arroz é muito limitado no seu poder de diferenciação de cultivares e deverá ser atualizado pelo SNCP com a devida urgência.

Para as demais comparações o poder de diferenciação foi maior e os genótipos mais distantes são IRGA 4852-M-U7-7-P-3 x FL04414-2M-8P-5M-1C-1V-1V e FL04414-2M-8P-5M-1C-1V-1V x IRGA 424 RI, ambos com 12 caracteres diferenciadores.

Com relação às informações complementares, a cultivar IRGA 424 RI e as linhagens elites apresentaram reação de resistência para incidência de brusone na folha e na panícula, bem como para a mancha parda e mancha de grãos. Além disso, também foram tolerantes ao excesso de ferro no solo, que é solubilizado após a inundação permanente da lavoura. Todos os genótipos avaliados apresentam alto potencial produtivo, com médias de 10.757 kg ha⁻¹, 9.842 kg ha⁻¹, 9.915 kg ha⁻¹ e 9.937 kg ha⁻¹, respectivamente para a cultivar IRGA 424 RI e para as linhagens IRGA 4720-24-1-3, IRGA 4852-M-U7-7-P-3 e FL04414-2M-8P-5M-1C-1V-1V. Na avaliação culinária indireta no laboratório de qualidade do IRGA apresentaram teor de amilose alto e temperatura de gelatinização baixa, indicando que os grãos cozinham integralmente em toda sua massa, ficando soltos e macios, mesmo após o resfriamento.

As avaliações de homogeneidade (H) das plantas dentro das parcelas e estabilidade (E) de uma geração para outra foram consideradas satisfatórias.

CONCLUSÃO

Com base nos 27 descritores mínimos foi possível caracterizar e diferenciar os quatro genótipos estudados, porém as diferenças morfológicas entre as linhagens elites IRGA 4720-24-1-3 e IRGA 4852-M-U7-7-P-3 foram muito pequenas, demonstrando que o poder de diferenciação do atual formulário do SNPC não é satisfatório.

Como a cultivar IRGA 424 RI já foi registrada junto ao RNC / MAPA no ano de 2013, os resultados deste Teste de DHE e a descrição morfológica serão utilizados para fins de proteção desta nova cultivar junto ao SNPC / MAPA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACHA R. E., ISHIY T. Toxicidad por hierro en arroz: metodologia para seleccionar genotipos resistentes en Brasil. **Boletín informativo del Programa de Arroz del CIAT**, 7, 1-4, 1986.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Legislação brasileira sobre proteção de cultivares**. Brasília: MA/SDR/SNPC, 1998.
- IRRI. **Standard evaluation system for rice**. Manila: International Rice Research Institute, 1996. 52 p.
- SOSBAI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil** / Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado; Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado, 30. Bento Gonçalves. Santa Maria: SOSBAI, 2014. 192 p., il.

Tabela 1- Descritores morfológicos de arroz avaliados em quatro genótipos de arroz irrigado do Programa de Melhoramento Genético do IRGA, na safra 2014/2015. Cachoeirinha, IRGA/EEA, 2015.

Descritores	IRGA 4720	IRGA 4852	FL04414	IRGA 424 RI
1 - Cor da folha: 1-verde-claro; 2-verde	verde	verde	verde-claro	verde
2 - Pubescência do limbo: 3-escassa; 5-média; 7-forte	média	escassa/média	média/forte	média
3 - Cor da aurícula: 1-verde-claro	verde-claro	verde-claro	verde-claro	verde-claro
4 - Cor da lígula: 1-incolor a verde	incolor a verde	incolor a verde	incolor a verde	incolor a verde
5 - Ângulo da folha bandeira: 1-ereto; 3-intermediário	ereto	ereto/intermediário	ereto	ereto
6 - Comprimento do colmo: 3=curto; 5=médio	curto	curto	médio	curto
7 - Espessura do colmo: 3= fina; 5=média	média	média	fina	média
8 - Ângulo dos afilhos: 1=ereto 3=intermediário	intermediário	intermediário	ereto	ereto
9 - Cor do internódio do colmo: 1=verde claro	verde claro	verde claro	verde claro	verde claro
10 - Cor de antocianina dos nós: 1=ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
11 - Comprimento da panícula: 3 - curta; 5 - média	curta	curta	curta/média	média
12 - Tipo da panícula: 3=intermediária	intermediária	intermediária	intermediária	intermediária
13 - Exserção da panícula: 1=completa; 3=média	completa	completa	completa	média
14 - Degrane: 3=intermediária	intermediária	intermediária	intermediária	intermediária
15 - Distribuição das aristas: 1=somente na ponta	ausente	ausente	somente na ponta	ausente
16 - Comprimento das aristas: 1=ausente/muito curta; 3=curta	ausente	ausente	curta	ausente
17 - Cor do estigma: 1=branca; 2=verde claro	branca	verde claro	branca	branca
18 - Pubescência das glumelas: 3=fraca; 5=média	fraca	fraca	fraca	média
19 - Cor do ápico na floração: 1=branca; 2=verde	verde	verde	verde	branca
20 - Cor do ápico na maturação: 2=amarela	amarela	amarela	amarela	amarela
21 - Cor das glumelas: 1=palha/dourado	palha	palha	palha	palha
22 - Cor da glumas estéreis: 1=palha	palha	palha	palha	palha
23 - Ciclo: 3=curto; 5=médio	curto	curto	curto	médio
24 - Peso de 1000 grãos: 4=25,6 - 27,0; 5=27,1 - 28,5	27,5 g	26,7 g	28,2 g	25,7 g
25 - Comprimento dos grãos: 7=longo	longo	longo	longo	longo
26 - Forma do grão: 7=alongada	alongada	alongada	alongada	alongada
27 - Cor dos grãos: 2=pardo clara 3= parda	pardo clara	pardo clara	parda	parda

COMPARAÇÃO DE ÍNDICES DE SELEÇÃO APLICADOS EM SELEÇÃO RECORRENTE DE ARROZ IRRIGADO

Odilon Peixoto de Moraes Júnior¹; Orlando Peixoto de Moraes²; Flavio Breseghello²; Paulo Hideo Nakano Rangel²; Ariano Martins de Magalhães Júnior³

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., genética quantitativa, seleção simultânea de caracteres.

INTRODUÇÃO

Na cultura do arroz irrigado têm sido contínuos os ganhos obtidos pelo melhoramento genético da sua capacidade de produção de grãos, mas, à medida que se aumenta a produção média das cultivares, torna-se mais difícil identificar genótipos superiores, pois as diferenças reais a serem detectadas são cada vez menores. Uma estratégia para ampliar a base genética e aumentar as chances de recombinação de genes de interesse é o melhoramento de populações via seleção recorrente. Esta consiste num processo dinâmico e contínuo, que envolve obtenção de progênes, avaliação, seleção e recombinação das melhores, visando aumentar a frequência de alelos favoráveis e, por consequência, melhorar a expressão dos caracteres sob seleção (Rangel e Neves, 1997).

Como vários caracteres são considerados simultaneamente na seleção recorrente, a existência de associações desfavoráveis dificulta a seleção de genótipos superiores, o que torna necessário o emprego de procedimentos genético-estatísticos que permitam pelo menos minimizar os efeitos de respostas correlacionadas indesejadas. Para tanto, os índices de seleção são procedimentos indispensáveis, pois permitem obter ganhos simultâneos mesmo para características com efeitos adversos, que podem ter origem na ligação gênica ou na pleiotropia (Cruz e Carneiro, 2006).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a variabilidade genética potencial da população CNA12S, no terceiro ciclo de seleção recorrente, assim como a comparação da eficiência de diferentes índices de seleção para seleção simultânea de caracteres de importância agrônômica em arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados da população CNA12S do programa de seleção recorrente de arroz irrigado da Embrapa Arroz e Feijão. Esta população foi sintetizada no ano agrícola 2002/2003, visando ao desenvolvimento de uma população com resistência estável a brusone (*Magnaporthe grisea*). Foi utilizado o conjunto de dados proveniente do ensaio de rendimento de 196 progênes $F_{2,41}$, avaliado em Goianira, GO no ano agrícola de 2014/15, dos seguintes caracteres: produção de grãos (PG, kg ha⁻¹), dias para florescimento (DF, dias), altura de planta (AP, cm), incidência de brusone na panícula (IBP) e severidade de mancha parda "*Bipolaris oryzae*" (SMP). IBP e SMP foram avaliadas por meio de notas de 1 a 9, sendo 1 para parcelas sem sintomas e 9, com sintomas severos.

O ensaio foi manejado em regime de irrigação por inundação, em delineamento experimental de blocos incompletos 14x17 com duas repetições e testemunhas comuns entre blocos. Os dados foram submetidos à análise de variância para estimação dos componentes de variância com base na esperança dos quadrados médios, visando a estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos, conforme Vencovsky e Barriga (1992), e também para obtenção das médias ajustadas de progênes e testemunhas.

¹ Doutorando em Genética e Melhoramento de Plantas - EA/UFG, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO, CEP 74001-970. odilonpmoraes@gmail.com (autor correspondente)

² Doutor, Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, 7, 75375-000, Caixa Postal 179, Santo Antônio de Goiás, GO

³ Doutor, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, 96010-971, Caixa Postal 403, Pelotas, RS

Para a obtenção de estimativas de ganhos genéticos para cada caráter foram utilizados cinco diferentes índices de seleção: Smith (1936) e Hazel (1943); Willians (1962); Subandi et al. (1973); Mulamba e Mock (1978) e Mendes et al. (2009), sendo os dois primeiros “paramétricos”, isto é, baseados em pesos econômicos, e os demais “não paramétricos”, livres de pesos. Como pesos econômicos foram avaliadas duas estratégias: ‘1’ - pesos equivalentes a unidade, positivo para PG e negativo para os demais caracteres; e ‘2’ - pesos equivalentes ao coeficiente de variação genético do respectivo caráter, positivo para PG e negativo para os demais. Para todos os índices foi aplicada intensidade de seleção de 26%, visando atender a um tamanho efetivo (N_e) igual a 50.

Para a estimação das matrizes de covariância genotípica e fenotípica foram realizadas análises de covariância, como descrito por Cruz e Carneiro (2006). Foram estimadas correlações genéticas e fenotípicas entre os caracteres. As análises estatísticas foram realizadas por meio do aplicativo R (R Core Team, 2014), para análise de variância e obtenção das médias ajustadas. As demais análises e operações matriciais para estimação dos parâmetros genéticos e fenotípicos, assim como para aplicação dos índices de seleção, foram realizadas com o aplicativo Excel®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas de acurácia seletiva, assim como as de coeficiente de variação experimental, indicam a ocorrência de alta (PG) a muito alta (demais caracteres) precisão experimental, com possibilidades de ganhos satisfatórios em seleção para todos os caracteres (Tabela 1). As estimativas de herdabilidade, em nível de médias de progênies, e de índice de variação b também suportam esta possibilidade. Para PG, as estimativas foram de magnitudes inferiores, o que já era esperado pela alta complexidade do caráter.

Tabela 1. Estimativas de variância residual (σ_e^2), genética ($\hat{\sigma}_p^2$) e fenotípica entre progênies $F_{2,4}$ ($\hat{\sigma}_P^2$), coeficientes de variação experimental (\hat{CV}_e), genético (\hat{CV}_p) e de herdabilidade em nível de médias de progênies (\hat{h}_p^2), índice de variação (\hat{b}), acurácia seletiva (\hat{AS}) e média de progênies (\bar{P}) e testemunhas (\bar{T}), para os caracteres produção de grãos (PG, kg ha⁻¹), dias para florescimento (DF, dias), altura de planta (AP, cm), incidência de brusone na panícula (IBP, nota) e severidade de mancha parda (SMP, nota) na população CNA12S.

Parâmetros	Caracteres				
	PG	DF	AP	IBP	SMP
$\hat{\sigma}_e^2$	574.363	1,85	4,01	0,52	7,59
$\hat{\sigma}_p^2$	614.642	10,94	23,55	3,84	44,28
$\hat{\sigma}_P^2$	1.189.005	12,79	27,56	4,36	51,87
$\hat{CV}_e\%$	15,00	2,35	2,86	38,16	17,33
\hat{h}_p^2	0,52	0,86	0,86	0,88	0,85
\hat{b}	0,75	1,77	1,76	1,98	1,76
\hat{AS}	0,72	0,92	0,92	0,94	0,92
\bar{P}	6.934 a†	79,52 a	96,22 a	2,59 a	21,86 a
\bar{T}	7.262 b	78,88 a	93,41 a	4,12 b	16,93 a

†: médias seguidas pela mesma letra não se diferem significativamente à 5% de probabilidade pelo teste t.

Não foram detectadas correlações entre os caracteres PG e DF, como também entre DF e AP, além de correlação fenotípica de baixa magnitude entre PG e AP (Tabela 2). Tais resultados indicam a possibilidade de obter genótipos produtivos, precoces e de porte baixo. Foram detectadas correlações fenotípicas e genotípicas negativas entre PG e os caracteres IBP e SMP, relacionados às duas principais doenças da cultura em cultivo Tropical (brusone e mancha parda) responsáveis por acentuada redução em PG.

Tabela 2. Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípico (acima da diagonal) e genético (abaixo da

diagonal) entre os caracteres produção de grãos (PG, kg ha⁻¹), dias para florescimento (DF, dias), altura de planta (AP, cm), incidência de brusone na panícula (IBP, nota) e severidade de mancha parda (SMP, nota) na população CNA 12S.

Caracteres	PG	DF	AP	IBP	SMP
PG	1	-0,04 ^{ns}	0,11 *	-0,42 **	-0,44 **
DF	-0,05 ^{ns}	1	0,08 ^{ns}	-0,13 *	-0,16 **
AP	0,09 ^{ns}	0,09 ^{ns}	1	-0,08 ^{ns}	-0,20 **
IBP	-0,60 **	-0,17 **	-0,09 ^{ns}	1	0,13 *
SMP	-0,63 **	-0,19 **	-0,21 *	0,15 ^{ns}	1

^{ns}, **, *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

O índice clássico de Smith (1936) e Hazel (1943) construído com pesos econômicos iguais a unidade proporcionou ganhos aproximadamente equivalentes ao construído com pesos iguais ao coeficiente de variação genético (Tabela 3). Embora tenham contribuído para ganhos elevados para PG e caracteres relacionados às doenças, não contribuíram em ganhos satisfatórios para DF e AP. O índice base de Willians (1962), com pesos econômicos semelhantes aos empregados no índice clássico, também não possibilitou a obtenção de ganhos com distribuição equilibrada. Este índice, do modo que foi estruturado, com uso de pesos iguais à unidade, corresponde à seleção direta para PG. Deste modo, isso explica os ganhos em sentido positivo (desfavorável) para AP, além de menor estimativa para somatórias dos ganhos, em relação aos demais índices. Isso revela a importância do uso de índices de seleção.

Tabela 3. Estimativas de ganhos genéticos esperados com a seleção simultânea para os caracteres produção de grãos (PG, kg ha⁻¹), dias para florescimento (DF, dias), altura de planta (AP, cm), incidência de brusone na panícula (IBP, nota) e severidade de mancha parda (SMP, nota), estimados pela seleção de 49 progênies (25% do total de progênies) constituintes da população CNA12.

Índice de seleção	Ganho esperado%					
	PG	DF	AP	IBP	SMP	Σ % ganhos [‡]
Smith (1936) e Hazel (1943) ¹	9,79	-0,36	-0,22	-32,39	-15,78	58,53
Smith (1936) e Hazel (1943) ²	9,81	-0,53	-0,01	-33,15	-15,36	58,86
Willians (1962) ¹	9,83	-0,61	0,25	-26,78	-15,82	53,30
Willians (1962) ²	9,82	-0,59	0,13	-29,52	-15,38	55,45
Subardi et al. (1973)	5,56	-1,47	-2,07	-41,67	-23,05	73,81
Mulamba e Mock (1978)	6,76	-1,58	-1,57	-48,55	-18,93	77,40
Mendes et al. (2009)	5,81	-1,32	-2,10	-43,00	-23,44	75,67

¹: pesos econômicos equivalentes a unidade, positivo para PG e negativo para os demais caracteres;

²: pesos equivalentes ao coeficiente de variação genético do caráter, positivo para PG e negativo para os demais;

[‡]: ganhos esperados com valores negativos foram considerados como positivos no somatório.

Os demais índices de seleção, não paramétricos, por não necessitarem de pesos econômicos e nem mesmo de estruturas de covariâncias, possibilitaram a obtenção de ganhos com distribuição condizente com os propósitos da seleção, de modo mais equilibrado, com destaque para o índice baseado na soma de “ranques” (Mulamba e Mock, 1978). Este índice, além de contribuir com a maior estimativa para somatória dos ganhos (77,4), apresenta relativa facilidade de construção, dentre todos os demais índices de seleção não paramétricos, constituindo uma alternativa importante para uso em programas de seleção recorrente genômica, visando seleção simultânea de caracteres com base na soma de postos dos valores genéticos genômicos.

Como verificado na literatura, dependendo da magnitude e sentido das associações entre os caracteres, nem sempre um mesmo índice se prestará para todas as situações, de

modo que, na presença de correlações entre caracteres mais elevadas, o índice clássico de Smith (1936) e Hazel (1943) tem apresentado maior potencial, por acomodar estruturas de covariâncias (Garcia e Souza Júnior, 1999). Assim, embora os índices de seleção não paramétricos tenham apresentado resultados mais satisfatórios que os paramétricos, aconselha-se sempre a avaliação de diferentes índices de seleção, para escolher aquele que efetivamente contribua com ganhos mais condizentes com os objetivos do programa.

CONCLUSÃO

A população CNA12S apresenta variabilidade genética satisfatória para obtenção de ganhos em seleção para os caracteres avaliados. O índice de seleção não paramétrico de Mulamba e Mock (1978) apresentou-se como de maior potencial de uso nesta população, por possibilitar a obtenção de ganhos com distribuição condizente com os propósitos da seleção e com a maior estimativa de somatória dos ganhos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed., v. 2. Viçosa: UFV, 2006.

GARCIA, A. A. F.; SOUZA JÚNIOR, C. L. Comparação de índices de seleção não paramétricos para a seleção de cultivares. **Bragantia**, Campinas, v. 58, p. 253-267, 1999.

HAZEL, L. N. The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics**, v. 28, p. 476-490, 1943.

MENDES, F.F. et al. Índice de seleção para escolha de populações segregantes de feijoeiro-comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, p. 1312-1318, 2009.

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (Zea mays L.) population by breeding for plant traits. **Egypt. J. Genet. Cytol.** v. 7, p. 40-51, 1978.

RANGEL, P. H. N.; NEVES, P. C. F. Selección recurrente aplicada al arroz de Riego em Brasil. In: GUIMARÃES, E. P. (Ed.). **Selección Recurrente em Arroz**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1997. p. 79-97.

R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2013. Disponível em: <http://www.R-project.org/>.

SUBANDI, W. et al. Comparison of the efficiencies of selection indices for three traits in two variety crosses of corn. **Crop Science**, Madison, v.13, n.2, p. 184-186, 1973.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486 p.

SMITH, H. F. A discriminant function for plant selection. **Annual Eugenics**, v. 7, p. 240-250, 1936.

WILLIAMS, J.S. The evaluation of a selection index. **Biometrics**, North Carolina, v.18, p. 375-393, 1962.

COMPARAÇÃO DO ACÚMULO DE MATÉRIA SECA OBSERVADO E SIMULADO PELO SIMULARROZ PARA DOIS HÍBRIDOS E UMA CULTIVAR DE ARROZ, NAS SAFRAS 2013/2014 e 2014/2015 EM SANTA MARIA-RS

Giovana Ghisleni Ribas¹, Nereu Augusto Streck², Isabel Lago², Moises de Freitas do Nascimento³, Ary José Duarte Junior³, Mathias Ferreira da Costa⁴, Matheus Moreira Pereira⁵

Palavras-chave: modelagem numérica, matéria seca, arroz híbrido.

INTRODUÇÃO

Analisar o acúmulo de matéria seca nos diferentes órgãos da planta no decorrer do seu desenvolvimento, permite uma melhor compreensão dos fenômenos que envolvem o crescimento da cultura na utilização de modelos ecofisiológicos dinâmicos, como o SimulArroz (STRECK et al., 2013).

Híbridos de arroz caracterizam-se por apresentarem um alto potencial produtivo associado a uma baixa densidade de semeadura, devido principalmente a exploração do vigor híbrido ou heterose (SOSBAI, 2014). Atualmente o modelo SimulArroz está calibrado para simular a produtividade de cultivares convencionais de arroz, como é caso do IRGA 424. Nesse sentido entende-se que é necessária a calibração do modelo SimulArroz, com a introdução de dois híbridos de ampla utilização no estado do Rio Grande do Sul.

O objetivo deste trabalho foi comparar o acúmulo de matéria seca para dois híbridos (QM 1010 CL e INOV CL) e uma cultivar convencional de arroz (IRGA 424).

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um experimento a campo em uma área experimental privada em Santa Maria, RS, com dois híbridos (QM 1010 CL e INOV CL) e uma cultivar convencional de arroz (IRGA 424), com semeadura em 03/12/2013 e 28/10/2014 nos anos agrícolas 2013/2014 e 2014/2015, respectivamente. A semeadura das cultivares foi realizada em parcelas com área total de 289 m² (17 m x 17 m). O dia de emergência foi considerado quando 50% das plântulas estavam visíveis acima do solo.

Para determinação do acúmulo de matéria seca foram realizadas coletas de plantas em uma área de 0,51 m² por parcela, que posteriormente foram separadas (folhas, colmos, panícula e material senescente) e levadas para secar em estufa de ventilação forçada a 60°C até atingir peso constante.

Para obtenção dos dados de matéria seca (MS) simulados, foram realizadas simulações com a data de semeadura observada, com exceção do ano agrícola 2014/2015, no qual foi utilizada a data de emergência. Esta alteração na metodologia foi necessária devido ao excesso de chuvas que ocorreu durante o período recomendado de preparo e implantação da cultura, que interferiu na duração do período de semeadura-emergência.

A simulação com o modelo SimulArroz foi realizada para o município de Santa Maria – RS e os dados meteorológicos de entrada (temperatura mínima e máxima diária do ar e de radiação solar diária) foram obtidos da Estação Climatológica Principal do 8º DISME/INMET/MAPA, localizada no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia/CCR/UFSM em Santa Maria, RS (29°43'S, 53°42'W, 95m).

¹ Engº Agrônomo, Aluno de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFSM.

giovana.ghisleni@hotmail.com

² Engº Agrônomo, Prof. do Departamento de Fitotecnia, CCR, UFSM.

³ Estudante de graduação em Agronomia, UFSM.

⁴ Aluno de 2º Grau, Colégio Politécnico UFSM.

⁵ Aluno de 2º Grau, IFFarroupilha.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 1 e 2 podem ser observados os dados simulados e observados de distribuição de matéria seca para os anos agrícolas 2013/2014 e 2014/2015, respectivamente.

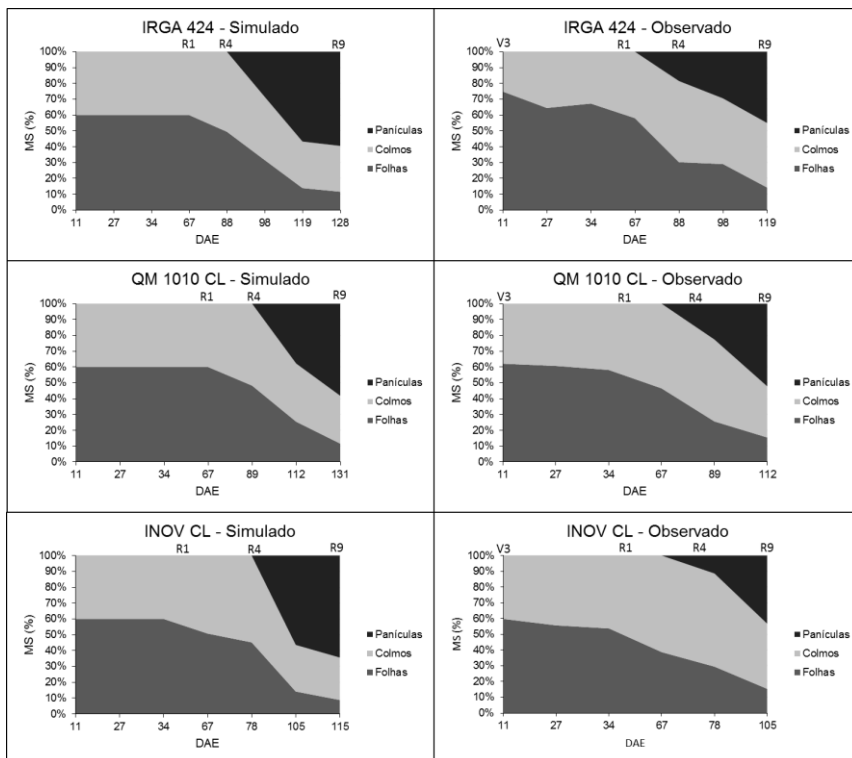


Figura 1 - Distribuição relativa da Matéria seca (MS) simulada e observada nos diferentes órgãos da planta de arroz, na safra 2013/2014 em Santa Maria – RS.

Observa-se que em V3 a relação folha/colmo para a cultivar convencional IRGA 424 foi similar entre os anos agrícolas, com porcentagem de folhas próximo de 75% (Figuras 1 e 2). Já para os dois híbridos esse valor foi próximo de 60% na safra 2013/2014 (Figura 1) e 75% na safra 2014/2015 (Figura 2). A partir de V3 até R1, a relação folha/colmo também diferiu entre a cultivar convencional (IRGA 424) e os híbridos (QM1010 CL e INOV CL) nos dois anos agrícolas, sendo que em R1 os valores oscilaram em torno de 50% de MS de folhas nos híbridos e próximo a 60% na cultivar convencional.

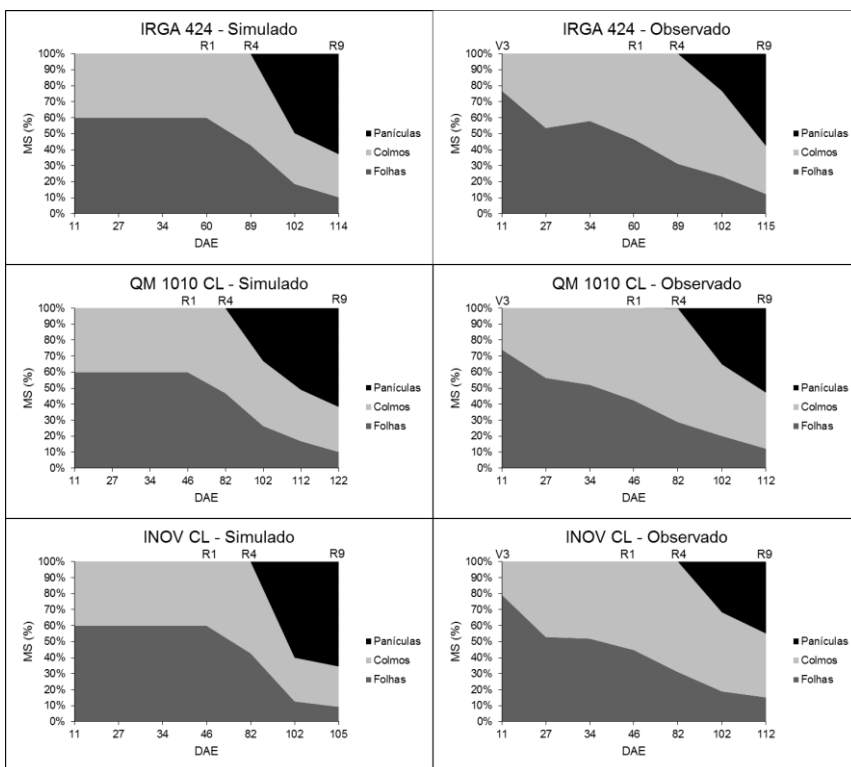


Figura 2 - Distribuição relativa da Matéria seca (MS) simulada e observada nos diferentes órgãos da planta de arroz, na safra 2014/2015 em Santa Maria – RS.

A partir da diferenciação da panícula (R1), ocorreu um aumento no incremento de MS de colmos até próximo a 70% em R4 (Figura 2), que foi diferente do observado na safra 2013/2014, que ficou próximo a 50-60% (Figura 1). Esse comportamento entre os estágios R1 e R4 para a MS de colmos é em função de que a panícula passa a ser o principal dreno de fotoassimilados e contribui com o incremento de MS de colmos. No ano agrícola 2013/2014, o incremento de MS de panículas nos dados observados começou a partir de R2, apresentando assim um comportamento distinto dos dados simulados, nos quais esse incremento começou a partir da data de florescimento (R4).

O acúmulo de MS de panículas na fase enchimento de grãos (R4-R9), foi semelhante entre as cultivares nos dois anos agrícolas (Figuras 1 e 2), ficando próximo a 50% em R9, com exceção do híbrido INOV CL, que ficou próximo aos 40%.

Após a análise dos resultados observamos que há diferença na partição de MS (folhas, colmos e panículas) entre a cultivar convencional e os híbridos de arroz. Assim, para uma adequada simulação da produtividade dos híbridos o modelo SimulArroz precisa capturar estas diferenças e para que isso ocorra é necessária a calibração do modelo para híbridos de arroz.

CONCLUSÃO

O modelo simulou de forma satisfatória o incremento de MS para a cultivar convencional (IRGA 424) nos dois anos agrícolas.

Para os híbridos observou-se que o modelo deve ser calibrado, afim de responder ao maior vigor híbrido que estes genótipos apresentam.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

STRECK, N. A. et al. SimulArroz: Um aplicativo para estimar a produtividade de arroz no Rio Grande do Sul. In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO. 10. 2013. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria. 2013.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO – SOSBAI. **Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: SOSBAI, 2014.

COMPARAÇÃO ENTRE AS CULTIVARES IRGA 424 E IRGA 424 RI E OS EFEITOS DO HERBICIDA KIFIX® NA CULTIVAR IRGA 424 RI

Guilherme Rosa da Silva¹, Mara Cristina Barbosa Lopes², Gustavo Campos Soares², Roberto Luis Weiler²

Palavras chave: essencialmente derivada, Imidazolinonas, toxicidade

INTRODUÇÃO

Um dos objetivos do Programa de Melhoramento Genético do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) é o desenvolvimento de cultivares de arroz irrigado resistentes aos herbicidas do grupo químico das Imidazolinonas, que não são seletivos a cultura, como ferramenta no manejo do arroz vermelho. Dentre os métodos de seleção adotados no programa destaca-se o retrocruzamento, que consiste na transferência de um gene específico de um genitor, denominado doador, para outro, o recorrente. O genitor recorrente pode ser uma cultivar ou linhagem adaptada, produtiva e com boas características agrônômicas e de qualidade de grãos. Como resultado final é obtida uma nova linhagem (essencialmente derivada) com as mesmas características do genitor recorrente, porém superior a esse em relação ao caráter transferido, por metodologia convencional e com cruzamentos manuais.

Utilizando o método de seleção mencionado acima o programa de melhoramento do IRGA realizou a conversão da cultivar IRGA 424, que foi lançada no ano de 2007, originando a nova cultivar denominada IRGA 424 RI. Essa cultivar é considerada essencialmente derivada daquela, segundo a Lei de Proteção de Cultivares, e possui as seguintes características: baixa estatura das plantas, ciclo médio, tolerância à toxidez por excesso de ferro no solo e resistência à brusone, as quais aliadas ao elevado potencial produtivo fazem desta nova cultivar uma excelente opção para os produtores. A cultivar IRGA 424 RI foi registrada no Ministério da Agricultura em 2013 e é recomendada para todas as regiões orizícolas do Rio Grande do Sul.

Entretanto existem questionamentos por parte de técnicos e produtores se a aplicação do herbicida Kifix® na cultivar tolerante IRGA 424 RI não causaria alteração no desenvolvimento das plantas e redução na produtividade de grãos. Neste sentido, é importante avaliar se a aplicação desse herbicida poderia causar algum efeito negativo ou prejuízo no desenvolvimento das plantas de arroz. Certamente essas informações irão auxiliar na tomada de decisão quanto às práticas de manejo a serem utilizadas nas lavouras.

Este trabalho teve como objetivos comparar o desempenho para caracteres fenotípicos entre as cultivares IRGA 424 e IRGA 424 RI e os efeitos da aplicação do herbicida Kifix® na cultivar IRGA 424 RI.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado na Estação Experimental do Arroz (EEA), localizada em Cachoeirinha – RS, na safra 2013/2014. As cultivares IRGA 424 e IRGA 424 RI foram semeadas no dia 01/11/13, utilizando-se uma semeadora de parcelas, de 5,0 m de comprimento, e nove linhas espaçadas de 0,17 m (7,65 m²) e área útil de 4,76 m². A densidade de semeadura foi de 350 sementes aptas por m², seguindo o delineamento de

¹ Bolsista de Iniciação Científica - UFRGS Bolsista de Iniciação Científica - UFRGS. Avenida Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre. CEP: 915400-000. E-mail: mutadagui@gmail.com

² Instituto Rio Grandense do Arroz

blocos ao acaso com oito repetições. O controle de plantas daninhas foi feito de forma diferenciada para cada tratamento, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Número do tratamento, cultivar e as respectivas doses dos herbicidas e adjuvantes aplicados para o controle de plantas daninhas. IRGA / EEA, Cachoeirinha, 2015.

Nº do tratamento	Cultivar	Doses do herbicida e adjuvante aplicados
1	IRGA 424	Ricer (150 mL p.c. ha ⁻¹) + óleo vegetal (1,0 L ha ⁻¹)
2	IRGA 424 RI	Ricer (150 mL p.c. ha ⁻¹) + óleo vegetal (1,0 L ha ⁻¹)
3 ⁽¹⁾	IRGA 424 RI	Kifix® (240 g p.c. ha ⁻¹) + Dash® (500mL/100L)

⁽¹⁾ A dose do herbicida Kifix® no "Tratamento 3" foi superior a dose recomendada (140 g p.c. ha⁻¹) devido a falha na calibração do equipamento de aplicação, o que foi identificado somente após a conclusão dessa operação de campo.

A aplicação dos herbicidas foi realizada quando as plantas de arroz estavam com três a quatro folhas e a irrigação permanente por inundação foi iniciada um dia após essa operação. O manejo agrônômico adotado no ensaio foi conforme as recomendações técnicas para a cultura (SOSBAI, 2012).

Foram avaliados os caracteres relacionados ao vigor inicial, produtividade, floração 5% e 80%, estatura de planta, esterilidade das espiguetas, peso de mil grãos, número de grãos por panícula, rendimento de grãos inteiros, renda do benefício, índice de centro branco, temperatura de gelatinização e teor de amilose dos grãos.

Os dados obtidos para os caracteres relacionados aos itens 1 ao 9 das Tabelas 2 e 3, foram submetidos às análises de resíduo, para identificar a presença de valores aberrantes ("outliers"), e análise de contrastes para comparação entre os tratamentos. No contraste 1 (C₁) a cultivar IRGA 424 foi comparada com a cultivar IRGA 424 RI; no contraste 2 (C₂) foram observados os efeitos da aplicação do herbicida Kifix® na cultivar IRGA 424 RI.

As análises foram realizadas no programa estatístico Statistical Analysis System (SAS Institute, 2000), versão 8.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para o contraste C₁, mostrados na Tabela 2, indicam que, de maneira geral, a cultivar IRGA 424 RI mantém similaridade nas características fenotípicas, agrônômicas e de qualidades dos grãos com as da cultivar original IRGA 424. Apesar de observar-se diferenças estatisticamente significativas em alguns dos parâmetros contrastados, como nos casos do número de dias da emergência a floração (5% e 80%), estatura de plantas e peso de mil grãos, essas diferenças entre as médias das duas cultivares são de pequena magnitude e sem efeito prático importante. Para exemplificar, o ciclo da emergência até a floração (80%) aumentou dois dias na cultivar essencialmente derivada (IRGA 424 RI), o que não configura vantagem ou desvantagem sobre a cultivar original (IRGA 424). Para as duas variáveis mais importantes do ponto de vista econômico, que são a produtividade e o rendimento de grãos inteiros não houve diferenças significativas entre os dois genótipos avaliados.

No contraste C₂ (comparação que mostra os efeitos do herbicida Kifix® na cultivar IRGA 424 RI) foram evidenciadas diferenças significativas para a maioria das características, conforme os dados apresentados na Tabela 3. Estes resultados podem estar relacionados à dose do herbicida, que foi acima do recomendado, embora não tenha sido observado efeito de toxicidade nas plantas, na avaliação visual realizada na fase vegetativa.

Tabela 2 - Resultados obtidos para o contraste C₁, entre as cultivares IRGA 424 e IRGA 424 RI, para as características fenotípicas, agronômicas e de qualidade dos grãos, safra 2013/2014. IRGA / EEA, Cachoeirinha, 2015.

Contraste C ₁ - IRGA 424 X IRGA 424 RI (média dos trats. com e sem herbicida Kifix [®])			
Variáveis	IRGA 424	IRGA 424 RI	Pr > F ¹
1 - Produtividade (kg ha ⁻¹)	7.683	7.561	ns
2 - Floração 5 %	82	85	*
3 - Floração 80 %	86	88	*
4 - Estatura (cm)	87	92	*
5 - Esterilidade (%)	11	12	ns
6 - Peso de mil grãos (g)	24	23	*
7 - N° de grãos/ panícula	96	94	ns
8 - Rendimento de Inteiros %	66	68	ns
9 - Renda do benefício %	69	70	ns
10 - Vigor inicial	6	6	
11 - Índice de centro branco ²	1,3	1,6	
12 - Temperatura de gelatinização ³	B	B	
13 - Teor de Amilose ³	28	28	

¹ ns: não significativo; * diferem estatisticamente pelo teste de contraste a 5% de probabilidade; ² avaliação visual do índice de centro branco segundo a escala de 0 a 5, onde: 0=grão translúcido, 5=grão opaco; ³ temperatura de gelatinização onde: B=baixa; ³ teor de amilose, onde: 28-32=alta, 23-27=intermediária, <22=baixa

Tabela 3 - Resultados obtidos para o contraste C₂, que mostra os efeitos da aplicação do herbicida Kifix[®] na cultivar IRGA 424 RI, para características fenotípicas, agronômicas e de qualidade dos grãos, safra 2013/2014. IRGA / EEA, Cachoeirinha, 2015.

Contraste C ₂ - efeitos da aplicação do herbicida Kifix [®] na cultivar IRGA 424 RI-			
Variáveis	T ₂ - IRGA 424 RI herbicida: Ricer	T ₂ - IRGA 424 RI herbicida: Kifix	Pr > F ¹
1 - Produtividade (kg ha ⁻¹)	7.284	7.838	**
2 - Floração 5 %	85	86	**
3 - Floração 80 %	87	89	*
4 - Estatura (cm)	90	93	*
5 - Esterilidade (%)	10	14	*
6 - Peso de mil grãos (g)	23	23	ns
7 - N° de grãos/ panícula	101	88	**
8 - Rendimento de Inteiros %	66	69	**
9 - Renda do benefício %	69	71	**
10 - Vigor inicial	6	6	-
11 - Índice de centro branco ²	1,6	1,5	-
12 - Temperatura de gelatinização ³	B	B	-
13 - Teor de Amilose ³	28	26	-

¹ ns: não significativo; * diferem estatisticamente pelo teste de contraste a 5% de probabilidade, ** diferem estatisticamente pelo teste de contraste a 1% de probabilidade; ² Índice de centro branco segundo a escala de 0 a 5, onde: 0=grão translúcido, 5=grão opaco; ³ temperatura de gelatinização onde: B=baixa, I=intermediária; ⁴ teor de amilose, onde: 28-32=alta, 23-27=intermediária, <22=baixa

Estes resultados estão de acordo com outros estudos, os quais têm mostrado que o uso de herbicida das Imidazolinonas em cultivares resistentes, não causa danos no desenvolvimento das plantas, em proporções que venham a reduzir a produtividade de grãos (Menezes et. al. 2003; Agostineto et. al., 2005; Bortolotto et. al., 2005; Lopes et. al., 2011; Noldin et. al., 2011). Segundo o estudo realizado por Lopes et. al. (2011), o herbicida Only (também pertencente ao grupo químico das Imidazolinonas) não causa efeitos

significativos nos caracteres fenotípicos, agronômicos e de qualidade dos grãos avaliados para a cultivar IRGA 428. Estas evidências são importantes para que o produtor tenha segurança na adoção de novas cultivares no sistema de produção de arroz.

CONCLUSÃO

A cultivar IRGA 424 RI, de forma geral, mantém as características agronômicas e fenotípicas similares às da cultivar original IRGA 424.

A aplicação do herbicida Kífix[®], na cultivar IRGA 424 RI, não afeta as variáveis economicamente mais importantes como produtividade e rendimento de grãos inteiros.

As diferenças observadas nas características relacionadas à floração, estatura de plantas e peso de mil grãos são de pequena magnitude e, portanto, tem pouco efeito prático no manejo da cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agostineto D.; Fleck G. N.; Schaedler E. C.; Jr. Giroto C. A. Época de aplicação de Imazethapir afeta o controle de arroz daninho e o desenvolvimento e a produtividade de genótipo de arroz tolerante ao herbicida. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26., 2005, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Editora Orium, 2005. p. 143-145.

Bortolotto R. P.; Dorneles S. H. B.; Capitano J.; Noal A. A.; Glier C. S. Épocas de aplicação do herbicida Only: efeito no rendimento de grãos. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26., 2005, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Editora Orium, 2005. p. 238-239.

SOSBAI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil** / Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado; Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado, 29. Gravatal. Itajaí: SOSBAI, 2012. 179 p., Il.

LOPES, M. C. B., PIEGAS, F., CHAZAN, G. G. Efeito do herbicida Only sobre caracteres fenotípicos, agronômicos e de qualidade dos grãos da cultivar IRGA 428 In: VII Congresso Brasileiro Arroz Irrigado, 2011, Balneário Camboriú. **VII Congresso Brasileiro Arroz Irrigado -Racionalizando Recursos e Ampliando Oportunidades**. Santa Maria: Pallotti, 2011. v.1. p.260 - 262

Menezes G.; Ramirez H. V. Controle de arroz vermelho (*Oryza sativa*), capim arroz (*Echinochloa crusgalli*) e angiquinho (*Aeschynomene denticulata*) com o herbicida BAS714 01H na cultura do arroz irrigado. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: Epagri, 2003. p. 510-512.

SAS Institute. **System for Information**. Versão 8.0. Cary, 2000.

COMPORTAMIENTO DEL APARATO FOTOSINTÉTICO DE LA HOJA BANDERA DURANTE EL LLENADO DE GRANO EN LÍNEAS F4 TOLERANTES A FRÍO

Juan Vilas¹; Ayelen Gazquez¹; Alfonso Vidal²; Rodolfo Bezu²; Andrés Rodríguez¹; Santiago Maiale¹

Palabras Claves: arroz, selección, fluorescencia, fotosíntesis

INTRODUCCIÓN

Las características climáticas de la Argentina presentan una limitante en el rendimiento, la mayor parte de las áreas óptimas para el cultivo de arroz (*O. sativa*) presentan tipologías de clima templado con marcada amplitud térmica que coinciden con las etapas vegetativas del ciclo de crecimiento de la planta. En dicha zonas, la temperatura mínima media en las etapas vegetativas más tempranas promedian los 13 °C, además, el crecimiento del arroz se ve afectado a temperaturas cercanas o inferiores a 15 °C (Nakagahra et al., 1997).

Ciertos parámetros fisiológicos pueden ser una herramienta para explicar porque el arroz retrasa su crecimiento en condiciones de temperaturas subóptimas. El aparato fotosintético (AP) y en especial el fotosistema II (FSII), es un objetivo sensible que se afecta en condiciones de estrés por frío (Strauss et al. 2007, Pagter et al. 2008). Determinar la fluorescencia de la clorofila y su cambio a lo largo del tiempo brinda información del estado del FSII, herramienta que puede ser usada en proyectos de mejoramiento.

Podría pensarse que aquellas plantas que tengan una capacidad fotosintética mayor deberían tener mejores potenciales de rendimiento. La valoración de los parámetros de intercambio gaseoso, fotosíntesis neta (P_n), conductancia estomática (GS) y eficiencia de uso del agua instantánea (WUEi) calculado como P_n/GS , brinda otro enfoque del estado fisiológico de las plantas cultivadas.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar el aparato fotosintético de la hoja bandera durante el llenado de grano en diferentes familias parentales F4 con tolerancia a temperaturas subóptimas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cultivos de plantas: Se utilizó la metodología descrita en Gazquez et al (2015) con modificaciones. Semillas provenientes de siete familias segregantes F3 fueron germinadas en oscuridad a 30°C durante un periodo de 3-4 días. Las plántulas fueron cultivadas en cámara de cultivo, en condiciones de hidroponía con solución de riego descrita en Yoshida (1976), con un fotoperiodo de 12hs/12hs con una intensidad lumínica de 240 PAR ($\mu\text{moles s}^{-1} \text{m}^{-2}$), humedad promedio del 60% y un ciclo térmico día/noche 28°C/24°C. Cuando las plantas llegan a hoja 3 se registra la longitud de crecimiento en cm desde la base de la planta hasta el extremo de la hoja (tiempo inicial), luego las plantas se colocan a una cámara de cultivo Percival ® con las condiciones de cultivo antes descrita, cambiando el ciclo térmico a 21°C/13°C (día/noche). A los cinco días se vuelve a registrar el largo de planta, se estima el crecimiento haciendo la diferencia de longitud entre el día cinco y día cero.

Selección de plantas F4: Se eligieron aquellas plantas que tenían un crecimiento mayor a 10 cm a los cinco días de tratamiento y que representaron el 10% de cada familia. Un total de cuarenta y cuatro (44) fueron seleccionadas colocadas en macetas individuales y cultivadas a campo dentro de piletas inundadas.

Fluorescencia de la clorofila: Tres hojas por planta fueron usadas para registrar la fluorescencia transiente de la clorofila, para ello se utilizó un fluorómetro comercial (PocketPEA, Hansatech Instruments). Con los datos obtenidos se realizó el análisis OJIP (Stirbet y Govindjee, 2011) que permite caracterizar el funcionamiento del fotosistema II.

¹ IIB-INTECH, Int. Marino Km 8, Chascomús, Buenos Aires, Argentina e-mail:

smaiale@intech.gov.ar

² Programa Arroz, FCAYF, UNLP

Se analizaron los siguientes parámetros: Plabs (índice de performance de la conservación de la energía absorbida); Fv/Fm (rendimiento cuántico máximo de la fotoquímica primaria); ABS/RC (tamaño aparente de la antena de un centro de reacción activo); DI/CS (energía disipada por unidad de sección transversal excitada).

Determinación de parámetros de intercambio gaseoso: Para medir la tasa de intercambio gaseoso se utilizó un sistema portátil de fotosíntesis (TPS-2 Portable Photosynthesis System, MA, USA).

Procesamiento de las plantas: Se midió el área de hoja bandera (tres por maceta), las plantas fueron cosechadas manualmente y se evaluó: número de espiguillas por panoja, peso mil granos (PMG), porcentaje de semillas vanas (% Vaneo).

Análisis estadístico: Los datos obtenidos se graficaron con el programa Prism GrpHpad 5.0. El análisis estadístico fue realizado con el software InfoStat (Grupo InfoStat, Córdoba, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de la selección en cámara de cultivo usando el intervalo de temperatura 13/21 °C obtuvimos un total de cuarenta y cuatro plantas (44) F4 que cumplieron con nuestros criterios de selección fijados, plantas que superen los 10 cm de crecimiento después de 5 días y que representen el 10% de la población. Las 44 plantas F4 seleccionadas corresponden a 6 familias parentales provenientes de cruzamientos realizados entre una variedad de buenas características agronómicas y una variedad tolerante a temperaturas subóptimas de crecimiento que fueron seleccionadas con los criterios antes mencionados.

Nuestros resultados muestran que hay diferencias de Pn y Gs entre las diferentes familias, siendo las plantas correspondientes a la familia 59-8 las que presentan valores mayores de estos coeficientes indicando que la eficiencia fotosintética de esta familia es mayor.

Por otra parte calculamos la eficiencia de uso del agua instantáneo (WUEi= Pn/GS), donde encontramos que la familia 29-6 presentó un alto valor de WUEi mostrando diferencias significativas con los valores hallados en las familias 59-8 y 29-1. Este comportamiento encontrado es debido a los bajos valores de GS de la familia 29-6 indicando que estas plantas tienen una menor capacidad de evaporación del agua y por ende una mayor eficiencia del uso de este elemento (Tabla 1).

Familia	Pn ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	GS ($\text{mmol}/\text{m}^2/\text{s}$)	WUEi ($\mu\text{mol}/\text{mmol}$)	Crecimiento
59-8	20,273 a	354 a	0,059 b	10,30 a
59-7	17,46 ab	293 ab	0,065 ab	10,65 a
29-1	14,962 ab	257 abc	0,057 b	10,20 a
29-4	19,559 a	269 abc	0,074 ab	10,30 a
29-6	15,954 ab	171 c	0,092 a	10,33 a
54-9	12,817 b	194 bc	0,097 ab	10,68 a

Tabla 1: Fotosíntesis neta (Pn), Conductividad estomática (GS), Eficiencia del uso del agua instantánea (WUEi) y crecimiento en 6 familias de plantas F4. Se realizó ANOVA con postest de tukey. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

Una de las causas de la senescencia de las plantas es la disminución del contenido de clorofila el cual se evidencia por la pérdida del color verde en las hojas. A la capacidad para mantener lo tejidos fotosintéticos activos se lo denomina Stay Green, y puede ser utilizado como criterio de selección en estudios de mejoramiento. Los datos de Stay green fueron registrados a partir del panojamiento a intervalos de 6 a 9 días dependiendo de las condiciones climáticas desde el 3 de febrero hasta el 9 de marzo de 2015.

El análisis del registro de los parámetros de fluorescencia en función del tiempo (Figura 1) mostró una tendencia donde el Plabs tiene una menor caída para las familias 59-8 y 54-9 evidenciada por un valor menor en la pendiente (Tabla 1). Al igual que para el Plabs la familia 54-9 mostró una menor caída de Fv/Fm este mismo resultado fue encontrado en la familia 29-4 (Figura 1B). A diferencia de lo hallado en los registros del Plabs las familias con menor caída de Fv/Fm mostraron los valores iniciales más altos de Fv/Fm. Esto también

contrasta con los datos del Plabs obtenidos al día 21 ya que se obtuvieron valores similares en todas las familias analizadas. DI/CS no manifestó una tendencia lineal (Tabla 1).

No necesariamente el Stay Green tiene que estar asociado con la actividad fotosintética como ocurre con la familia 59-8 que posee una menor caída de Plabs y una mayor tasa de Pn y GS, comportamiento que no ocurre en la familia 54-9.

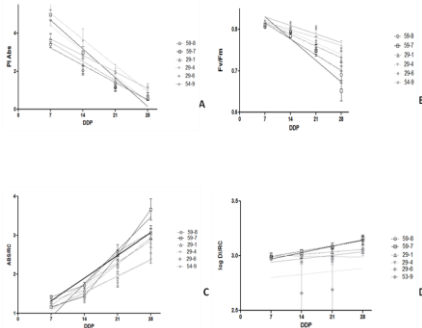


Figura 1: Cambio a través del tiempo en algunos parámetros del fotosistema II en la hoja bandera de 6 familias de arroz en F4.

A) Plabs (índice de performance), B) Fv/Fm (rendimiento cuántico máximo de la fotoquímica primaria), C) ABS/RC (tamaño aparente de antena), D) DI/CS (energía disipada por sección transversal excitada). En cada caso se muestra la línea de tendencia del cambio. Las medidas fueron tomadas 7, 14, 21 y 28 días después del inicio del panojamiento (DPP).

Familia	Pl abs		Fv/Fm		ABS/RC		DI/CS	
	R ²	p	R ²	p	R ²	p	R ²	p
59-8	0.76	10 ⁻⁴	0.641	10 ⁻⁴	0.778	10 ⁻⁴	0.367	0.0003
59-7	0.81	10 ⁻⁴	0.634	10 ⁻⁴	0.769	10 ⁻⁴	0.472	10 ⁻⁴
29-1	0.70	10 ⁻⁴	0.461	3,0.10 ⁻⁴	0.713	10 ⁻⁴	0.130	0.08(ns)
29-4	0.75	10 ⁻⁴	0.467	9,0.10 ⁻⁴	0.784	10 ⁻⁴	0.005	0.7 (ns)
29-6	0.71	10 ⁻⁴	0.550	10 ⁻⁴	0.749	10 ⁻⁴	0,072	0.09(ns)
54-9	0.684	10 ⁻⁴	0.473	2,0.10 ⁻⁴	0.625	10 ⁻⁴	0.333	0.003

Tabla 2: Parámetros de regresión lineal de las graficas mostradas en la figura 1para 6 familias de plantas F4.

Se analizaron los componentes de rendimiento para las diversas familias seleccionadas (Tabla 3). Se puede observar que las familias con mayor área de hoja bandera (HB) alcanzan mejores valores de espiguilla por panoja (E/panoja). No se registraron diferencias en el porcentaje de vaneo (% vaneo) entre las diferentes familias, mostrando valores bajos siendo este un comportamiento deseado para cultivares comerciales (Tabla 3).

Familia	E/panoja	HB (cm ²)	PMG (gr.)	% Vaneo
59-8	114,19 a	28,10 a	30,55 c	10,20 a
59-7	62,78 d	16,17 c	35,24 b	11,23 a
29-1	79,01 bc	20,37 bc	38,24 a	6,55 a
29-4	93,29 b	18,38 bc	35,29 b	7,61 a
29-6	65,97 cd	15,68 c	33,55 b	10,10 a
54-9	120,65 a	23,59 ab	30,95 c	7,07 a

Tabla 3: Espiguillas por panoja (E/panoja), área de hoja bandera (HB), peso de mil granos (PMG) y porcentaje de vaneo (%vaneos) en 6 familias de plantas F4. Se realizo ANOVA con posttest de tukey. Letras distintas indican diferencias significativas (p<0,05).

La Tabla 4 muestra correlaciones entre diferentes parámetros fisiológicos y los valores de los componentes de rendimiento de cosecha obtenidos. Para los valores que mostraron una tendencia de caída lineal: Plabs, Fv/Fm y ABS/RC, se obtuvieron la inversa de la pendiente a través del tiempo del ensayo y con ellas se realizaron los cálculos.

Hay una correlación positiva entre el Plabs, E/panoja y HB y esto parecería sugerir que una mayor permanecía verde genera un mayor flujo de energía al destino (panoja) .Esto concuerda con los datos mostrados en la Tabla 4 y en donde la correlación de pearson entre HB y E/panoja es de 0,8708 y significativa (p 0,024).

Parámetros	E/Panoja	HB (cm ²)	PMG (gr.)	% Vaneo
1/m (Plabs)	0,821 *	0,822 *	-0,469	0,549
1/m (Fv/Fm)	0,320	-0,031	0,024	-0,887*
Pn	-0,018	0,144	-0,070	-0,474
GS	0,188	0,487	-0,044	0,317
Pn/GS	-0,173	-0,484	-0,259	0,100
1/m (ABS/RC)	0,725	0,366	-0,260	-0,820*

Tabla 4: Correlación de Pearson entre parámetros de fluorescencia, fotosíntesis y componentes de rendimiento para 6 familias F4.

Un asterisco significa significancia $p < 0,05$.

No se observó una correlación entre los parámetros de rendimiento y el valor de Fv/Fm (eficiencia cuántica máxima de PSII), lo que concuerda con los datos mostrados en Zhang et al. (2015). Pero si se observa un correlación negativa entre la inversa de la pendiente de Fv/Fm y el %vaneo, esto significa que a una mas estable conservación de Fv/Fm a través del envejecimiento de la hoja resulta en un menor tasa de vaneo. También la inversa de la pendiente del tamaño de antena correlaciona negativamente con % vaneo. Esto puede deberse a que una menor tamaño de antena indica una mejor distribución de la energía en los centros de reacción activos y por lo tanto un menor estrés y en definitiva un menor decaimiento del aparato fotosintético.

CONCLUSIÓN

Nuestros resultados indican que los parámetros resultantes del análisis OJIP pueden servir como indicadores del mantenimiento de la actividad de la hoja bandera durante el llenado de granos en arroz y que los mismos pueden utilizarse como herramienta en selección de germoplasma.

BIBLIOGRAFIA

- GAZQUEZ, A, et al. Physiological response of multiple constrasting rice (*Oryza sativa* L.) cultivars to suboptimal temperature. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v201, p117-127, 2015.
- NAKAGAHARA, M. et al. Rice genetic resources: history, conservation, investigative characterization and use in japan. **Plant Molecular Biology**, v35, p69-77, 1997.
- STIRBET, A; GOVINDJEE. On the relation between the Kautsky effect (chlorophyll a fluorescence induction) and Photosystem II: Basics and applications of the OJIP fluorescence transient. **Journal Photochemistry Photobiology B**; v104: p236–257, 2011.
- STRAUSS, AJ, et al. The role of low soil temperature in the inhibition of growth and PSII function during dark chilling in soybean genotypes of contrasting tolerance. **Physiologia Plantarum**, v131: p89-105, 2007.
- PAGTER, M, et al. Effects of chilling temperatures and short photoperiod on PSII function, sugar concentrations and xylem sap ABA concentrations in two Hydrangea species. **Plant Science**, v175: p547–555, 2008.
- ZHANG M, et al. Photochemical properties in flag leaves of a super-high-yielding hybrid rice and a traditional hybrid rice (*Oryza sativa* L.) probed by chlorophyll a fluorescence transient **Photosynth Research**, on line DOI 10.1007/s1120-015-0151-8, 2015 .
- YOSHIDA, S. et al. **Laboratori Manual for Physiological studies of rice**. Los baños, IRRI, 1976

CULTIVAR IRGA 429: MAIS UMA OPÇÃO PARA O SISTEMA DE CULTIVO DE ARROZ PRÉ-GERMINADO NO RIO GRANDE DO SUL

Sérgio Iracú Gindri Lopes¹, Mara Cristina Barbosa Lopes², Antonio Folgiarini de Rosso², Paulo Sérgio Carmona², Gustavo Rodrigo Daltrozo Funck², Oneides Antonio Avozani²

Palavras chave: arroz irrigado, melhoramento, resistência ao acamamento

INTRODUÇÃO

O sistema de cultivo de arroz pré-germinado ocupa cerca de 10 % da área de 1,1 milhões de hectares no estado do Rio Grande do Sul (RS), Brasil, e o uso desse sistema tem como principal objetivo o controle do arroz daninho. Essa planta daninha, de ampla ocorrência na lavoura arrozeira sul rio-grandense, causa prejuízos com a redução da produtividade e na qualidade do produto colhido. Além disso, os campos infestados perdem valorização, aumentam os custos de produção e a maior facilidade de acamamento das plantas na fase de maturação pode levar a prejuízos definitivos ao produtor agrícola.

O Programa de Melhoramento Genético do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) tem trabalhado nos últimos 15 anos com o desenvolvimento de novas cultivares com maior adaptação ao sistema de cultivo pré-germinado, principalmente com foco na resistência ao acamamento das plantas. Para alcançar esse objetivo foram selecionados genitores com essa característica, isto é, plantas com colmos fortes, estatura baixa, alta capacidade de perfilhamento, afilhos com ângulo de inclinação máxima de 30° e com resistência às doenças de colmo e bainha foliar, que debilitam a estrutura das plantas principalmente no final do ciclo reprodutivo. A IRGA 429 é a segunda cultivar desenvolvida pelo IRGA com adaptação específica ao sistema pré-germinado, depois da IRGA 425, que foi lançada no ano de 2011 (Lopes et al., 2009).

O objetivo desse trabalho é a apresentação das principais características morfológicas, fisiológicas, agrônômicas e de qualidade industrial e culinária da nova cultivar de arroz irrigado denominada de IRGA 429, que foi registrada no ano de 2013 para o cultivo no estado do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

A cultivar IRGA 429 é originária da linhagem IRGA 3217-3-4Pg-2Pg-7, resultante de seleção genealógica realizada em progênie derivada do cruzamento triplo entre os genitores IRGA 1598-3-2F-1-4-1, EPAGRI 108 e IRGA 440-49-2-2-5, realizado na Estação Experimental do Arroz (EEA), IRGA, Cachoeirinha, RS, Brasil, nas safras agrícolas 1998/99 (cruzamento simples) e 1999/2000 (cruzamento triplo). A geração F₁ foi cultivada no sistema de transplante de mudas (safra 2000/01) e com seleção de plantas individuais. Nas gerações F₂ e F₃, safras 2001/02 e 2002/03, as progênies foram cultivadas no sistema pré-germinado, em parcelas de 10 m², onde se selecionou plantas individuais segundo o método genealógico, considerando prioritariamente a arquitetura e a resistência ao acamamento das plantas, além da estatura, ciclo vegetativo e reprodutivo, tamanho e forma das panículas e dos grãos, ângulo de inclinação das folhas e afilhos, entre outras. A geração F₄ foi cultivada em dois sulcos de 5,0 m, na safra 2003/04, onde foi realizada a seleção de plantas individuais com base nos mesmos critérios de seleção citados acima. Durante o inverno de 2004, a geração F₅ foi cultivada no campo experimental de Penedo (AL), somente com o propósito de avançar geração. Na safra 2004/05 foi cultivada a

¹ Eng. Agr., Dr., Instituto Rio Grandense do Arroz – IRGA. Av. Bonifácio Carvalho Bernardes 1494, Cachoeirinha, RS, C. P.29 CEP: 94930-030. E-mail: sergio-lobes@irga.rs.gov.br.

² Instituto Rio Grandense do Arroz.

geração F₆, em parcelas de seis sulcos com 5,0 m de comprimento e espaçados de 0,30 m, e as sementes foram colhidas (massal) para a realização dos ensaios de rendimento na safra seguinte.

Na safra agrícola de 2005/06, foram realizados os ensaios preliminares de rendimento, nos sistemas de semeadura em solo seco e pré-germinado, na Estação Experimental do Arroz, em Cachoeirinha. A seguir foram realizados os Ensaios Avançados, com semeadura em solo seco, safras 2006/07, 2007/08 e 2008/09, em Cachoeirinha, Cachoeira do Sul e Uruguaiana, e em pré-germinado (período de 2006/07 a 2011/12) somente nos dois primeiros locais. Nas safras 2009/10, 2010/11, 2011/12 e 2012/13 foram realizados os ensaios de avaliação do Valor de Cultivo e Uso (VCU) em vários locais representativos das diferentes regiões orizícolas do RS (Cachoeira do Sul, Cachoeirinha, Camaquã, Dom Pedrito, Santa Vitória do Palmar e Uruguaiana), seguindo o pacote de manejo recomendado pela SOSBAI (2010). Também foram feitas as avaliações das reações às doenças e à toxidez por excesso de ferro no solo nos viveiros de Torres (RS) e Camaquã (RS), respectivamente, ao longo de todo o período compreendido entre os anos de 2005 e 2013, seguindo a escala de avaliação do IRRI (1996). As avaliações de rendimento industrial e das características de cocção dos grãos foram feitas no Laboratório de Qualidade da EEA, Cachoeirinha (RS).

Os testes de Distinguiabilidade, Homogeneidade e Estabilidade (DHE) foram realizados na Estação Experimental do Arroz em Cachoeirinha, nas safras agrícolas de 2007/08 e 2008/09. Nas safras 2010/11, 2011/12 e 2012/13 foram conduzidas unidades de observação nas Estações Regionais de Pesquisa do IRGA e em lavouras comerciais de arroz do RS com o objetivo de avaliar o desempenho agrônomo da linhagem IRGA 3217-3-4Pg-2Pg-7.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As principais características da cultivar IRGA 429 são: plantas com colmos fortes e boa arquitetura, folhas eretas, tolerância à toxidez por excesso de ferro no solo, alto potencial produtivo e moderadamente suscetível a brusone. Os grãos são longo finos e com boa qualidade industrial e culinária. A média geral de produtividade foi de 10,53 t ha⁻¹ (Tabela 1) nos 20 ensaios de VCU realizados no período correspondente as safras 2009/10 a 2012/13. A Tabela 2 mostra os dados das dimensões dos grãos com casca, descascado e beneficiado (brando polido), com medições feitas no Laboratório de Qualidade da Estação Experimental do Arroz.

Tabela 1 – Safras agrícolas, número de ensaios de VCU realizados por safra e dados médios de produtividade (t ha⁻¹) das cultivares IRGA 417, IRGA 424 e IRGA 430. IRGA / EEA, Cachoeirinha, 2015.

Safra Agrícola	Nº ensaios realizados ¹	IRGA 417	IRGA 424	IRGA 429
2009/2010	5	8,68	10,17	9,67
2010/2011	5	9,08	11,24	11,20
2011/2012	5	8,70	10,90	10,70
2012/2013	5	9,13	10,70	10,54
Total / Média	20	8,89	10,75	10,53

¹ Ensaios de Valor do Cultivo e Uso (VCU) realizados em todas as regiões orizícolas do Estado do Rio Grande do Sul.

Tabela 2 – Comprimento, largura, espessura e relação comprimento/largura dos grãos com casca, descascado e branco polido da cultivar IRGA 429. IRGA / EEA, Cachoeirinha, 2015.

Tipo	Dimensões (mm)			Relação C / L
	Comprimento (C)	Largura (L)	Espessura	
Com casca	8,91	2,22	1,92	4,01
Descascado	6,79	1,97	1,66	3,44
Branco polido	6,50	1,91	1,60	3,40

As demais características morfológicas, fisiológicas, agrônômicas, físico-químicas e industriais dos grãos são descritas abaixo:

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DAS PLANTAS:

- Porte baixo
- Folhas curtas, eretas e pilosas
- Panículas protegidas pela folha bandeira
- Grãos longos e finos
- Casca pilosa e de coloração amarelo-palha

CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E AGRONÔMICAS:

- Vigor inicial: baixo
- Estatura de planta: 91 cm
- Acamamento: resistente
- Capacidade de perfilhamento: intermediária
- Ciclo: médio
 - Primórdio da panícula: 72 dias
 - Pleno florescimento: 94 dias
 - Maturação: 124 dias
- Esterilidade: em torno de 17%
- Resistência à degrane: intermediária
- Reação à toxidez por ferro: resistente
- Reação às doenças:
 - Brusone na folha: moderadamente resistente
 - Brusone na panícula: moderadamente suscetível
 - Mancha dos grãos: resistente
 - Escaldadura das folhas: moderadamente suscetível
 - Mancha da bainha: moderadamente resistente

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS GRÃOS:

- Classe: longo fino
- Aparência: vítrea
- Índice de centro branco: 0,3
- Teor de amilose: alto (29 %)
- Temperatura de gelatinização: baixa (entre 63 e 68 °C)

COMPORTAMENTO INDUSTRIAL:

- Peso de 1000 grãos com casca: 28,0 g
- Renda do descascamento: 78,3%
- Casca: 21,7%
- Renda de polimento: 68%
- Rendimento de grãos inteiros: 61,0 %
- Farelo: 4,5 %

A cultivar IRGA 429 foi registrada no RNC / MAPA sob o Nº 31.631 no ano de 2013 e protegida no SNPC / MAPA sob o Nº 20150017 em 28/01/2015. É mais uma alternativa para os usuários do sistema de cultivo de arroz pré-germinado, com destaque para produtividade, resistência ao acamamento das plantas e ciclo mais adequado (médio) para o estado do RS. A IRGA 429 é recomendada para todas as regiões de cultivo de arroz irrigado no Rio Grande do Sul, segundo o Zoneamento Agrícola do Ministério da Agricultura, e para todos os sistemas de preparo do solo (convencional, cultivo mínimo, plantio direto e pré-germinado).

CONCLUSÃO

A nova cultivar IRGA 429 é mais uma alternativa para exploração no sistema pré-germinado, destacando-se por apresentar plantas com colmos fortes e resistência ao acamamento, sendo recomendada para todas as regiões orizícolas do RS e todos os sistemas de preparo do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IRRI. **Standard evaluation system for rice**. Manila: International Rice Research Institute, 1996. 52 p.

LOPES, S. I. G. et al. Nova cultivar para o sistema de cultivo pré-germinado no Rio Grande do Sul In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Palotti, 2009. p.150 – 153.

SOSBAI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil** / Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado, 28, 2010, Bento Gonçalves. Porto Alegre: SOSBAI, 2010. 188 p. il.

CULTIVAR IRGA 430: PRECOCIDADE, QUALIDADE DOS GRÃOS E ALTA PRODUTIVIDADE

Mara Cristina Barbosa Lopes¹, Sérgio Irapu Gindri Lopes², Paulo Sérgio Carmona², Gustavo Rodrigo Daltrozo Funck², Oneides Antonio Avozani²

Palavras chave: arroz irrigado, melhoramento, adaptação

INTRODUÇÃO

O Programa de Melhoramento Genético do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) tem como principal objetivo o desenvolvimento de cultivares de arroz irrigado adaptadas ao cultivo no Rio Grande do Sul (RS). A seleção é realizada buscando-se características para alta produtividade, qualidade dos grãos, resistência aos principais estresses bióticos e abióticos.

O objetivo deste trabalho foi apresentar as principais características da nova cultivar IRGA 430, desenvolvida pela Instituição adaptada a orizicultura do RS para o manejo de alta produtividade.

MATERIAL E MÉTODOS

A cultivar IRGA 430 foi desenvolvida na Estação Experimental do Arroz (EEA), em Cachoeirinha, RS, Brasil. Os ensaios de avaliação do rendimento de grãos e características fenotípicas e agronômicas foram conduzidos em todas as regiões orizícolas do estado do RS. A cultivar IRGA 430 é originária da linhagem IRGA 3476-7-1-MP-4, resultante de seleção genealógica realizada em progênies derivadas do cruzamento simples entre os genitores CT 10816-2-CA-12-M e GT 368094, realizado na EEA, na safra agrícola de 2000/2001. A geração F₁ foi cultivada no sistema de transplante de mudas e as gerações F₂, F₃, F₄, F₅ e F₆ foram cultivadas no sistema convencional em linhas, no período correspondente as safras 2001/2002 a 2005/2006. A seleção de plantas individuais foi segundo o método genealógico, considerando-se características fenotípicas como estatura das plantas, ciclo vegetativo e reprodutivo, tamanho e forma das panículas e dos grãos, ângulo de inclinação das folhas, entre outras.

Na safra agrícola de 2006/2007 foi conduzido o ensaio preliminar de rendimento, no município de Cachoeirinha. Na safra 2007/08 foi realizado o ensaio avançado nos municípios de Cachoeirinha, Cachoeira do Sul, Uruguaiana e Dom Pedrito. Nas safras 2008/2009, 2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 e 2012/2013 foram realizados os ensaios de avaliação do Valor de Cultivo e Uso (VCU) em seis locais (Cachoeirinha, Cachoeira do Sul, Uruguaiana, Dom Pedrito, Santa Vitória do Palmar e Camaquã) representativos das diferentes regiões orizícolas do RS, para fins de registro junto ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Nas duas primeiras safras, o ensaio foi conduzido em duas épocas de semeadura nos municípios de Uruguaiana e Santa Vitória do Palmar, e na safra 2011/2012, esta metodologia também foi realizada em Cachoeirinha. O manejo adotado nos ensaios foi conforme as recomendações técnicas para a cultura (SOSBAI, 2010).

¹ Eng. Agr., M Sc., Instituto Rio Grandense do Arroz – IRGA. Av. Bonifácio Carvalho Bernardes 1494, Cachoeirinha, RS, C. P.29 CEP: 94930-030. E-mail: maracblopes@gmail.com

² Instituto Rio Grandense do Arroz

Foram avaliados os caracteres relacionados ao vigor inicial, rendimento de grãos, ciclo, estatura de planta, número de grãos por panícula, esterilidade das espiguetas, peso de mil grãos, rendimento industrial e características de cocção dos grãos.

As avaliações das reações às doenças e à toxidez por excesso de ferro no solo, seguindo a escala do IRRI (1996), foram feitas nos viveiros especiais de Torres e Camaquã ao longo do período compreendido da safra 2003/2004 a 2012/2013. Nas safras 2010/11, 2011/12 e 2012/13 foram conduzidas unidades de observação nas Estações Regionais do IRGA e na safra 2012/2013 unidades de observação em lavouras comerciais de arroz nas diferentes regiões orizícolas.

Nas safras 2010/2011 e 2011/2012 foi conduzido um ensaio para a avaliação de características morfológicas, de acordo com os Descritores Mínimos de Arroz, para realização dos testes de DHE (Distinguibilidade, Homogeinidade e Estabilidade), para fins de proteção da cultivar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos para os caracteres avaliados nos diferentes ambientes, a IRGA 430 é recomendada para o cultivo nos sistemas de preparo de solo convencional, cultivo mínimo e plantio direto, com adaptação a todas regiões orizícolas do Rio Grande do Sul. Embora de ciclo precoce, essa cultivar apresentou bom desempenho de produtividade dos grãos nos ensaios de VCU conduzidos nas diferentes regiões orizícolas, com média de 10,29 t ha⁻¹ (Tabela 1), muito próximo da cultivar IRGA 424 que é a testemunha comercial de ciclo médio e que se destaca pelo alto potencial de produtividade. Outro aspecto relevante, em termos de adaptação, foi que as produtividades médias alcançadas nos ensaios conduzidos em Santa Vitória do Palmar foram sempre acima de 9,0 t ha⁻¹, considerando-se que este ambiente se caracteriza por apresentar condições de clima mais adversas para o cultivo de arroz.

Tabela 1- Produtividade de grãos (t ha⁻¹) da cultivar IRGA 430 na média de diferentes ambientes no RS nas safras agrícolas de 2008/2009 à 2012/2013, em comparação com as testemunhas IRGA 417 (ciclo precoce) e IRGA 424 (ciclo médio). IRGA / EEA, Cachoeirinha, 2015.

Safra Agrícola	N. ensaios ¹	IRGA 417	IRGA 424	IRGA 430
2008/2009	5	9,58	11,40	10,59
2009/2010	5	8,68	10,17	9,97
2010/2011	5	9,10	12,24	10,29
2011/2012	5	8,60	10,90	10,57
2012/2013	5	8,97	10,70	10,03
Total / Média²	25	8,99	11,08	10,29

¹ Ensaios de Valor do Cultivo e Uso (VCU) realizados em todas as regiões orizícolas do Estado do Rio Grande do Sul.

² Médias considerando-se apenas os ensaios da época de semeadura preferencial.

A cultivar IRGA 430 apresenta características morfológicas de planta com porte baixo, folhas curtas, eretas e pilosas, as panículas são protegidas pela folha bandeira, os grãos apresentam a casca pilosa e de coloração amarelo-palha.

A seguir serão apresentadas as principais características fisiológicas e agrônômicas:

- Vigor inicial: baixo
- Estatura de planta: 88 cm
- Acamamento: resistente, para semeadura em solo seco
- Capacidade de perfilhamento: intermediária

- Ciclo: precoce
 - Pleno florescimento: 90 dias
 - Maturação: 120 dias
 - Esterilidade: em torno de 13%
- Resistência à degrane: intermediária

Conforme as dimensões dos grãos apresentadas na Tabela 2 a cultivar IRGA 430 caracteriza-se por apresentar grãos da classe longo fino. Apresenta boa qualidade industrial e culinária, cujos grãos têm aparência vítrea e baixo índice de centro branco (0,4). O alto teor de amilose (29%) e baixa temperatura de gelatinização (entre 63 e 68 °C) proporcionam que após a cocção os grãos apresentem-se macios e soltos.

Tabela 2- Dimensões dos grãos da cultivar IRGA 430. IRGA / EEA, Cachoeirinha, 2015.

Tipo	Dimensões (mm)			Relação C / L
	Comprimento (C)	Largura (L)	Espessura	
Com casca	9,28	2,15	1,88	4,31
Descascado	6,90	1,88	1,61	3,66
Branco polido	6,60	1,83	1,55	3,62

Após o beneficiamento apresentou o seguinte comportamento industrial dos grãos:

- Peso de 1000 grãos com casca: 28 g
- Renda do descascamento: 78,3%
- Casca: 21,7%
- Renda de polimento: 70,0%
- Rendimento de grãos inteiros: 61,0 %
- Farelo: 4,7%

As avaliações feitas no viveiro de Torres mostraram que a cultivar é moderadamente resistente à brusone na folha e moderadamente suscetível à brusone da panícula, resistente a mancha de grãos, moderadamente suscetível a escaldadura das folhas e moderadamente resistente a mancha da bainha. Os resultados obtidos no viveiro de Camaquã indicaram uma reação de resistência à toxidez por excesso de ferro no solo.

Os resultados dos ensaios de DHE mostraram que a cultivar IRGA 430 apresentou plantas homogêneas e sem a presença de plantas atípicas em todos os descritores morfológicos avaliados. Também observou-se estabilidade nas características morfológicas e fisiológicas de uma geração para outra.

CONCLUSÃO

A cultivar IRGA 430 possui potencial produtivo, características agrônômicas e culinárias adequadas para ser recomendada ao cultivo nas diferentes regiões orizícolas do Rio Grande do Sul.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SOSBAI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil** / Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado; Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado, 28. Bento Gonçalves. Porto Alegre: SOSBAI, 2010. 188 p., il.

IRRI. **Standard evaluation system for rice**. Manila: International Rice Research Institute, 1996. 52 p.

DESEMPENHO DA POPULAÇÃO CNA11 DE ARROZ IRRIGADO NO QUINTO CICLO DE SELEÇÃO RECORRENTE

José Manoel Colombari Filho¹; Oneides Antônio Avozani²; Paulo Ricardo Reis Fagundes³; Ariano Martins de Magalhães Júnior³; Orlando Peixoto de Moraes¹

Palavras-chave: *Oryza sativa* L.; genética quantitativa; melhoramento populacional; resposta a seleção.

INTRODUÇÃO

O sucesso de um programa de melhoramento genético decorre da escolha das estratégias mais adequadas para a condução das populações a fim de alcançar o progresso genético desejado durante o desenvolvimento de cultivares.

Para caracteres quantitativos, existe a dificuldade de concentrar no curto prazo todos os alelos favoráveis em um único genótipo. Para isso, uma alternativa é acumulá-los gradualmente por meio de seleção recorrente (SR), promovendo o aumento da média da população e manutenção de suficiente variabilidade genética para proporcionar ganhos factíveis em ciclos subsequentes. Nesse sentido, a Embrapa e o IRGA tem desenvolvido, em parceria, um programa de seleção recorrente com cinco populações de SR, visando o progresso genético dos principais caracteres quantitativos de importância econômica.

A CNA11 é uma população de SR sintetizada pela Embrapa em 1995/96, que está no seu quinto ciclo de seleção após uma recombinação e, assim, é denominada como CNA11/5/1. Na sua síntese foram envolvidos genitores com elevado potencial produtivo; resistência a bicheira da raiz, brusone e mancha parda; com tolerância a temperaturas infraótima e à toxidez por ferro e qualidade de grãos (RANGEL et al., 2000). Essa população permite ser recombinada em campo com uso da macho-esterilidade genética proveniente da linhagem IR 36 (SINGH & IKEHASHI, 1981).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho da população CNA11/5/1 de SR de arroz irrigado, por meio da avaliação das suas progênes S_1 .

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados dos caracteres produção de grãos (PG; kg ha⁻¹), altura de plantas (AP; cm) e dias para o florescimento (DF; DAE) provenientes do ensaio de rendimento de progênes da população CNA11/5/1 de seleção recorrente conduzido na Estação Experimental do Arroz do IRGA, em Cachoeirinha/RS, no ano agrícola 2014/15.

O ensaio foi composto por duas cultivares como testemunhas (IRGA 417 e IRGA 424) e 264 progênes S_1 da população, agrupadas em 44 famílias de 6 progênes. O delineamento experimental adotado foi de blocos aumentados de Federer, sem repetição, com blocos contendo 24 progênes e 2 testemunhas. As parcelas foram constituídas por 7 linhas de 2,8 m de comprimento, espaçadas entre si por 0,17 m e com densidade de 60 sementes m⁻².

Os dados foram submetidos à análise estatística, via *proc glm* do aplicativo estatístico SAS[®] 9.2, conforme o seguinte modelo misto (adaptado de DUARTE et al., 2001): $y_{ijm} = \mu + b_j + t_m + g_{i/m} + \varepsilon_{ijm}$, em que, y_{ijm} é a observação do genótipo i no bloco j , sendo o genótipo pertencente ao tipo m ; μ é a média geral; b_j é o efeito fixo de bloco j ($j = 1, 2, \dots, J$); t_m é o efeito fixo de tipo m ($M = 2$, com um grupo das progênes e outro de testemunhas); $g_{i/m}$ é o efeito aleatório de genótipo i (progênes ou testemunhas) dentro do tipo m ($i =$

¹ Doutor, Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, 75375-000, Caixa Postal 179, Santo Antônio de Goiás, GO, jose.colombari@embrapa.br (autor correspondente)

² Mestre, Pesquisador do Instituto Rio Grandense do Arroz, 94930-030, Caixa Postal 29, Cachoeirinha, RS

³ Doutor, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, 96010-971, Caixa Postal 403, Pelotas, RS

1, 2, ..., P , $P + 1$, $P + 2$, ..., $P + T$; sendo P o número de progênies e T o número de testemunhas), assumindo $g_{ijm} \sim NID(0, \sigma_{gm}^2)$; e ε_{ijm} é o erro experimental associado à ijm -ésima parcela, assumindo-se independente e identicamente distribuído, sob $NID(0, \sigma^2)$.

Desse modo, a esperança do quadrado médio do erro (QME) é igual à variância do erro ($\hat{\sigma}^2$); e a esperança do quadrado médio de progênies (QMP) é igual a $\hat{\sigma}^2 + k\hat{\sigma}_p^2$, em que $\hat{\sigma}_p^2$ é a variância genética entre progênies S_1 e k é o valor do coeficiente associado à estimativa desse componente devido ao desbalanceamento no conjunto de dados experimentais, cujo valor foi 1,0009.

Para PG, foi obtida estimativa do coeficiente de herdabilidade no sentido amplo, em nível de médias de progênies S_1 (\hat{h}_p^2) e a resposta esperada com a seleção (R_s) pela expressão $R_s = ds \hat{h}_p^2$, em que ds é o diferencial de seleção entre a média das progênies selecionadas e a média da população (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O coeficiente de variação experimental obtido com os dados de produção de grãos (PG) foi igual a 13,42%, o que reflete uma satisfatória precisão experimental considerando-se a cultura, o caráter avaliado, o tamanho da parcela e o delineamento experimental adotado. Foi detectada a ocorrência de diferença significativa pelo teste F ($p \leq 0,05$) para o efeito de progênies, o que indica a presença de variabilidade genética na população para PG, com diferença significativa entre médias de progênies S_1 .

A média geral da população CNA11/5/1 para PG foi 6.458 kg ha⁻¹, enquanto as testemunhas IRGA 417 e IRGA 424 apresentaram médias de 6.264 e 9.026 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 1). Para PG, a média baixa da população decorre principalmente da elevada amplitude da variação fenotípica entre médias de progênies S_1 , que variou de 2.339 a 11.333 kg ha⁻¹, com a mediana muito próxima da média (Figura 2). No entanto, cerca de 15% das progênies apresentaram médias elevadas, superiores ou semelhantes à testemunha de maior PG, IRGA 424 (Figura 1). Cabe ressaltar que dentro das progênies S_1 existe a presença de variância genética (aditiva e dominância), que implica na presença de genótipos com diferentes potenciais produtivos, além da presença do gene de macho-esterilidade que contribui para a redução a expressão do caráter PG.

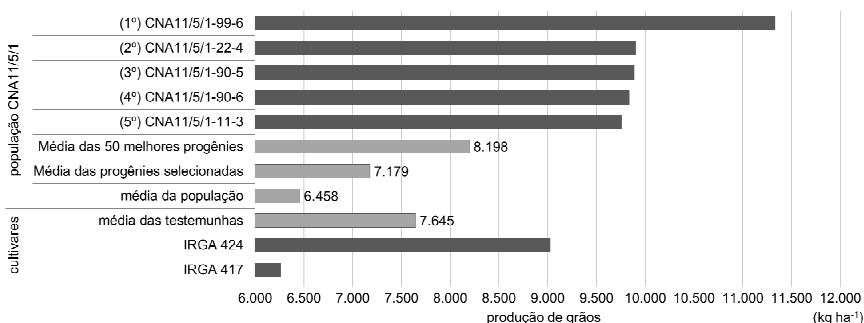


Figura 1. Para o caráter produção de grãos (kg ha⁻¹): média das cinco melhores progênies S_1 da CNA11/5/1; média das 50 melhores progênies; médias das progênies selecionadas; média geral da população; média geral e individual das testemunhas.

No esquema aplicado para condução da população nesse programa de SR, as progênies S_2 são utilizadas como unidade de avaliação em ensaios de rendimento com repetições em diferentes locais alvo. Assim, nessa etapa de progênies S_1 , o objetivo é avançar e selecionar as melhores para aceitação fenotípica, dimensões do grão,

resistência baseada pela severidade de doenças na parcela (escaldadura, mancha parda, brusone de pescoço e mancha de grãos) e produtividade. Com isso, foi praticada uma seleção no campo, estratificada por ascendência, com intensidade de aproximadamente 40%, que resultou em 101 progêneses que representaram 32 famílias, ou seja, 32 plantas *msms* ascendentes.

A média das progêneses selecionadas foi 7.179 kg ha⁻¹, enquanto a média das 50 melhores dentro deste grupo foi de 8.198 kg ha⁻¹, que representa a quantidade a ser selecionada com base nos dados das progêneses S₂. Tais resultados levaram a uma *R*_s de 450 kg ha⁻¹ (6,97%) e 1.086 kg ha⁻¹ (16,82%), respectivamente, considerando que a \hat{h}_p^2 foi igual a 62,45% (QMP=2.062.152 e QME=77.4418). Assim, mesmo inflacionados pela interação de progênie x local, esses resultados são muito satisfatórios.

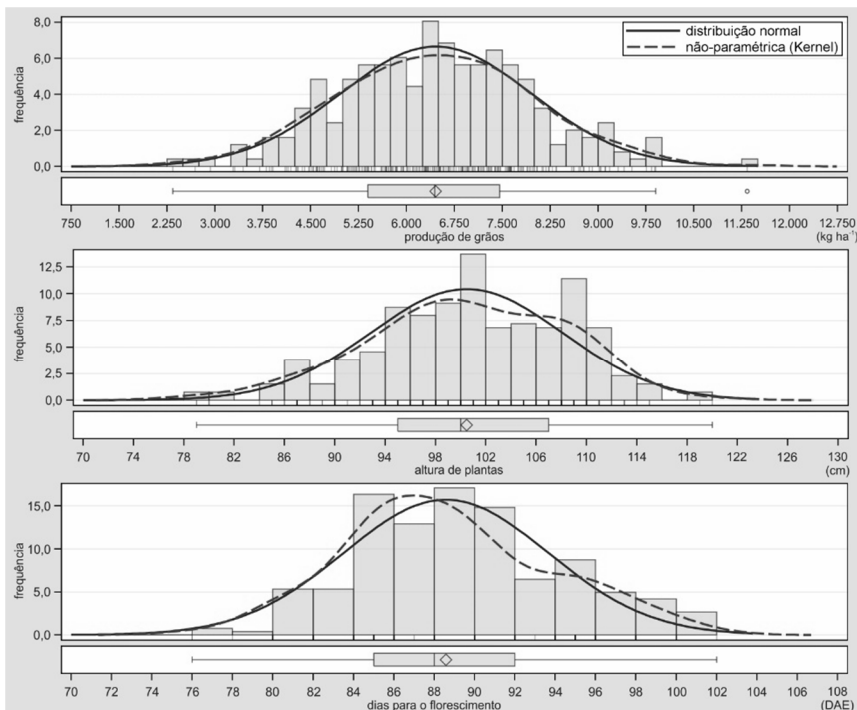


Figura 2. Histogramas e *Boxplots* das médias das progêneses S₁ da população CNA11/5/1, para os caracteres: produção de grãos (kg ha⁻¹), altura de plantas (cm) e dias para o florescimento (DAE). Estimativa da densidade paramétrica (distribuição normal, linha contínua) e não paramétrica (função de Kernel, linha tracejada).

Para o caráter altura de plantas (AP), a média da população CNA11/5/1 foi 100,5 cm, a qual é considerada não favorável. No entanto, verifica-se por meio da amplitude de variação desse caráter, igual a 41 cm, que a população apresenta potencial para obtenção de progresso genético para redução do porte das plantas, uma vez que 50% das progêneses apresentaram AP abaixo de 100 cm.

Por fim, para o caráter dias para o florescimento (DF), a população CNA11/5/1 apresentou possibilidade de desenvolvimento de linhagens para os diferentes ciclos de maturação, uma vez que as médias das progêneses S₁ variaram de 76 (ciclo precoce) a 102

DAE (ciclo tardio), com predomínio de progênes de ciclo médio (88 DAE).

CONCLUSÃO

Pelo desempenho que a população CNA11/5/1 apresentou por meio da avaliação de progênes S₁, é esperado progresso genético para PG e outros caracteres de interesse após a seleção e recombinação das melhores progênes ao final do quinto ciclo de seleção recorrente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DUARTE, J. B. et al. Estimadores de componentes de variância em delineamento de blocos aumentados com tratamentos novos de uma ou mais populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 9, p. 1155-1167, 2001.

RANGEL, P. H. N.; ZIMMERMANN, F. J. P.; FAGUNDES, P. R. R. In: GUIMARÃES, E. P. (Ed.) **Avances en el mejoramiento poblacional en arroz**. Santo Antônio de Goiás, Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. p. 65-85.

SINGH, R. J.; IKEHASHI, H. I. Monogenic male-sterility in rice: introduction, identification and inheritance. **Crop Science**, Madison, v. 21, n. 1, p. 286-289, 1981.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto, SP: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.

DESEMPENHO DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO POR ASPERSÃO NA REGIÃO DA CAMPANHA DO RIO GRANDE DO SUL

João Batista Beltrão Marques¹, Juliano Lino Ferreira², Naylor Bastiani Perez², José Maria Barbat Parfitt³, Rodson Natividade Sisti⁴, Camila Garcia Souza⁵, Luíza da Silveira Ribeiro⁵

Palavras-chave: Sistemas de Produção, Produtividade, Componentes do Rendimento.

INTRODUÇÃO

Mais de metade da população mundial tem como alimento base o arroz. Segundo a última estatística da Food and Agricultural Organization (FAO), a produção mundial em 2012 atingiu 738 milhões toneladas (t) em casca, sendo o Brasil o nono maior produtor, com 11,5 milhões t (FAO, 2014). A região Sul responde por mais de 60% da produção orizícola nacional com quase a totalidade da área cultivada pelo sistema de inundação, apresentando elevada demanda hídrica. A busca de novas alternativas para diminuição da utilização d'água pela agricultura é uma realidade mundial. Nesse contexto, o arroz constituiu-se num dos principais cultivos de grãos com utilização de alto volume d'água. O objetivo deste trabalho foi testar cultivares de arroz irrigado em sistema de produção sob pivô central, medindo-se a demanda hídrica pela irrigação por aspersão.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2013/14, em área de coxilha, irrigado por aspersão por pivô central, na Embrapa Pecuária Sul, localizada em Bagé, Rio Grande do Sul. Foi utilizado delineamento blocos ao acaso, com quatro repetições e seis genótipos (BR/IRGA 409, BRS SINUELO CL, BRS QUERÊNCIA, BRS PAMPA, BRS 7 TAIM e BRS AG ou Gigante). No verão anterior essa gleba havia sido plantada com soja. Inicialmente foi passado o rolo-faca em outubro de 2014. Em novembro passou-se grade de discos, preparando o solo de maneira convencional. A semeadura foi feita em linha em 29/11/2013 num espaçamento de 0,17 m entre fileiras com densidade de semeadura de 150 kg/ha e adubação de 367 kg/ha da fórmula 05-20-20. A emergência ocorreu em 09/12/2013, data na qual foi feita a avaliação da população de plantas/m². A irrigação por aspersão foi iniciada dia 21/12/2013. O controle de inços realizou-se com a mistura de Gamit e 2,4 D (1,8 +1,8 L/ha). A adubação de cobertura com uréia, 100 kg/ha, foi realizada duas vezes, em 16/12/13 e 17/01/14, estágio médio V3 e V6 (Counce et al, 2000), respectivamente. Antes da segunda aplicação, dia 17/01/2014, foi necessário um controle manual de invasoras, devido à alta infestação de capim arroz, caruru, saco de padre e guanxuma. O controle de irrigação baseou-se na tensão de água no solo, a qual foi monitorada por sensores do tipo "Watermark", instalados a 15 cm de profundidade. A irrigação foi realizada sempre que a tensão de água no solo atingisse 10 kPa, quando foi aplicada uma lâmina de 10 mm. Foram avaliados componentes de rendimento e produtividade de grãos (kg/ha). Os resultados foram submetidos à análise de variância através do teste F e as médias das variáveis foram avaliadas pelo Teste de Duncan (p ≤ 0,05) utilizando o aplicativo Genes (CRUZ, 2001).

¹ Pesquisador, Embrapa Pecuária Sul, joao.marques@embrapa.br

² Pesquisador, Embrapa Pecuária Sul,

³ Pesquisador, Embrapa Clima temperado

⁴ Assistente, Embrapa Pecuária Sul.

⁵ Acadêmico do Curso de Agronomia – URCAMP, bolsista Embrapa CPPSUL.

A produtividade foi obtida por meio da colheita mecânica, antes da qual foi feito o corte de 0,5 m de bordadura nas cabeceiras e das duas linhas de plantio nas laterais externas de cada parcela. Os componentes do rendimento foram avaliados através da colheita de amostras ao acaso de três linhas de plantas (um metro linear cada) por unidade experimental. Avaliou-se o número de panículas/m², grãos/panícula e peso de mil grãos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se verificar (Tabela 1) que a BRS PAMPA foi, em valores absolutos, a mais produtiva com 9.099,3 Kg.ha⁻¹ seguida pela BRS QUERÊNCIA, pela BRS SINUELO CL e BRS 7 TAIM, que apresentaram produtividades de 7.640, 7.203 e 6.987,9 Kg.ha⁻¹, respectivamente. Portanto, a cultivar BRS Pampa, mesmo não diferindo estatisticamente, foi a que apresentou o melhor desempenho agrônomico, com uma produtividade em torno de 1,5 t superior à BRS Querência, segunda colocada. Também apresentou um bom equilíbrio nos componentes do rendimento, fato esse determinante de sua alta produtividade.

Num grupo intermediário, destacaram-se, além da BRS Querência, as variedades BRS Sinuelo CL e BRS Taim, com produtividades ao redor de 7 a 7,6 t/ha

As menos produtivas foram BRS AG (5.552,2 Kg.ha⁻¹) e BR/IRGA 409 (4.561,4 Kg.ha⁻¹). A BRS AG, também conhecida como Gigante é uma variedade destinada preferencialmente à produção de matéria seca para elaboração de biodiesel, apresentando menor potencial de produtividade que as demais testadas. Já a BR/IRGA 409 produziu pouco devido a que, por seu ciclo mais longo, sua floração ou estágio R4 segundo Counce et al.(2000), ocorreu em 20 de março em temperaturas baixas, época na qual as demais cultivares já estavam em estádios entre R6 e R8 (grão leitoso e maturação). Esses resultados são semelhantes aos obtidos no ano de 2012, em área próxima a deste experimento, conduzida também em irrigação sob pivô central submetida à severa deficiência hídrica quando a BRS Pampa produziu mais que a BRS Querência (Leitão, 2012). No entanto, na safra colhida em 2013 (Leitão et al, 2013) , BRS Querência e BR/IRGA 409 superaram em produtividade as cultivares BRS Pampa e BRS Sinuelo CL.

Esses resultados mostram que a diferença de produtividades entre variedades depende de inúmeros fatores, sendo que a estação de crescimento é um dos mais importantes: variedades que produziram mais neste experimento foram as que produziram menos em 2012/2013. Isso indica que uma prática importante para obter produções mais estáveis é a diversidade no uso de variedade de arroz no sistema de irrigação por aspersão.

Em relação aos componentes do rendimento, verifica-se que houve pouca diferença entre as variedades. No entanto, as pequenas variações ocorridas explicam parcialmente as produtividades obtidas. Nesse sentido, BRS Querência, BRS Sinuelo CL e BRS 7 Taim, que não diferiram quanto à produtividade, apresentaram algumas diferenças entre si quanto aos componentes do rendimento. A BRS 7 Taim compensou seu menor peso de sementes com um maior número de grãos por panícula em relação às outras duas citadas. Já a BR/IRGA 409 que apresentou a menor produtividade de grãos, apresentou valores baixos de todos os componentes, mesmo que alguns não tenham diferido estatisticamente daqueles das variedades mais produtivas. A Gigante compensou seu menor número de panículas/m² e de grãos/panículas pelo maior peso de mil grãos, quase o dobro das demais cultivares. Cabe ressaltar que quando se comparou a variedade mais produtiva, BRS Pampa, com as BRS Sinuelo CL e a BRS 7 Taim, os componentes de rendimento não explicam este seu melhor desempenho.

Tabela 1 – Produtividade de grãos, panículas/m², grãos/panícula, peso de mil sementes e população de plantas de seis variedades irrigadas por aspersão, Embrapa Pecuária Sul/ Bagé - RS, safra 2013-2014.

Variedade	Produtividade Kg/ha	Panículas/m ²	Grãos/panícula	Peso de mil grãos	População de plantas/m ²
BRS Pampa	9099 a*	575 ab	97 ab	25,7 bc	273 a
BRS Querência	7640 ab	510 ab	129 ab	26,1 b	303 a
BRS Sinuelo CL	7203 bc	613 a	98 ab	26,2 b	273 a
BRS 7 Taim	6988 bc	565 ab	141 a	24,7 c	321 a
BRS AG (Gigante)	5552 cd	304 c	80 b	48,9 a	253 a
BR/IRGA 409	4561 d	473 b	100 ab	24,7 c	240 a
CV (%)**	15,72	15,96	24,92	2,87	24,06

*Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Duncan.

**Coeficiente de variação.

Conforme a última coluna da tabela 1, todas as cultivares apresentaram populações de plantas adequadas à obtenção de altos rendimentos de grãos (kg/ha).

Caberiam ainda alguns comentários sobre o sistema de irrigação por aspersão na cultura do arroz. Primeiramente, verifica-se que todas as cultivares, com exceção da Gigante e da BRS/IRGA 409 apresentaram boas produtividades, mesmo plantadas no final de novembro, fora da época preferencial de semeadura. Isso mostra que se utilizando esse tipo de irrigação podem-se obter resultados similares à irrigação por inundação. No entanto, é importante citar que foi necessário um controle manual de invasoras, além da aplicação de elevadas doses de herbicidas para que as parcelas ficassem livres de infestação por adventícias.

A quantidade total de água utilizada para irrigar o arroz foi de 420 mm, inferior aos 485 mm utilizados na safra anterior (Leitão et al, 2013). No entanto, 2013/2014, foi uma estação de crescimento muito chuvosa, com um total de precipitação durante o período de irrigação do arroz de 701,8 mm. A utilização de água pela irrigação por aspersão em volumes entre 420 e 485 mm é uma quantidade bem menor do que a média da irrigação por inundação.

CONCLUSÃO

Mediante os resultados obtidos, observa-se que é possível se produzir arroz em sistemas alternativos de irrigação com menor utilização d'água, como o de aspersão por pivô central, testando e utilizando cultivares que melhor se adaptem a esse tipo de irrigação.

AGRADECIMENTOS

A todos os funcionários da Embrapa CPPSUL e CPACT que colaboraram na execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COUNCE, P.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v.40, n.2, p. 436-443, 2000.

CRUZ, C. D. **Programa GENES**: Versão Windows. Aplicativo computacional em genética e estatística. Cosme Damião Cruz. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.

FAOSTAT. **Final 2012 Data and Preliminary 2013 Data for 5 major commodity aggregates**. Rome, 2015. Disponível em:

<<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 11 jun. 2015.

LEITÃO, F. M. da L., Avaliação comparativa de variedades de arroz irrigado cultivadas sob pivô central na Região da Campanha do Rio Grande do Sul, Embrapa CPPSUL, **Anais Simpósio CPPSUL**. 2012. Disponível em:

<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/939104/1/II_Simposio.pdf>. Acesso em 12 jun. 2015.

LEITÃO, F. M. da L.; PEREZ, N. B.; TRENTIN, G.; FERREIRA, J. L.; PARFITT, J. M. B.; SISTI, R. N.; RIBEIRO, L. da S.; SOUZA, C. G. Avaliação de cultivares de arroz irrigados por aspersão na região da campanha do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria, RS. [**Anais...**]. Santa Maria: UFSM, Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, 2013. p. 1478-1481.

DESEMPENHO DE GENÓTIPOS DE ARROZ COM GRÃOS ESPECIAIS EM DIFERENTES DENSIDADES DE SEMEADURA EM VÁRZEA DE RORAIMA

Emilia Estefania Villalba Morinigo¹; Alex Ricarte Linhares de Sá¹; Edgley Soares da Silva¹; Antonio Carlos Centeno Cordeiro²; Roberto Dantas de Medeiros².

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., Irrigação, Amazônia setentrional

INTRODUÇÃO

O cultivo do arroz (*Oryza sativa* L.) no estado de Roraima normalmente é realizado duas vezes ao ano, sendo 30% no período chuvoso (abril a setembro) e 70% no período seco (outubro a março). A maioria da produção (75%) é exportada para outros estados, principalmente para o Amazonas e o restante (25%) é o suficiente para o abastecimento do mercado local (CORDEIRO e MEDEIROS, 2010).

O aumento do rendimento da cultura do arroz no Estado está sendo alcançado de diversas formas. Em destaque as práticas de manejo adequadas, de fácil utilização e de baixo custo para a lavoura. O primeiro aspecto de importância para obter alta produtividade, é realizar uma boa semeadura, através da qual as plântulas possam emergir rapidamente e com uniformidade, ocupando o espaço disponível eficientemente. Nesse sentido, é preciso estar atento para a qualidade e quantidade de sementes a utilizar.

A densidade de semeadura é um dos fatores importantes a ser considerado na implantação de uma lavoura para que uma população ideal de plantas seja atingida. As cultivares modernas, por exemplo, apresentam alta capacidade de perfilhamento, por isso, recomenda-se a semeadura em menores populações se comparadas com as cultivares antigas, para que possam expressar todo o seu potencial produtivo (PESKE et al., 2004).

Segundo Cordeiro et al. (2009), a densidade de semeadura recomendada para as cultivares comerciais de arroz irrigado gira em torno de 100 sementes por metro, dependendo do tipo de cultivar utilizada, apresenta diferenças significativas, pois a capacidade de perfilhamento do genótipo e sua arquitetura tem influência no desempenho produtivo e acamamento das plantas.

No Brasil, principalmente nos grandes centros urbanos, a maioria dos consumidores tem a preferência pelo arroz branco, de grãos longos e finos, popularmente conhecido como agulhinha, mas parte da população de hábitos alimentares diversos têm preferido os tipos especiais de arroz, como o arroz preto, o arroz moti, dos japoneses no Estado de São Paulo, e o arroz cateto, constituído por um padrão especial de grãos longo, médio ou curto, com forma arredondada, semiarredondada ou meio alongada, geralmente consumido como arroz integral (FONSECA et al., 2005).

Neste sentido, objetivou-se avaliar as densidades de semeadura de genótipos de arroz com grãos especiais que apresentem bom rendimento nas condições de cultivo irrigado em várzea de Roraima.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos quatro experimentos, oriundos do programa de melhoramento de arroz da Embrapa Roraima, designados como Ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU), em área de várzea do Rio Branco, município de Cantá-RR (2048'29"N, 60039'19"W). O clima da região, segundo Köppen, é do tipo Aw, com precipitação média anual de 1.600 mm.

Os experimentos foram conduzidos no período de novembro a março dos anos

¹ Mestrando em agronomia pela Universidade Federal de Roraima, Bairro Cauamé, 69.310-270, Boa Vista-RR, emibta@hotmail.com

² Pesquisador da Embrapa Roraima, Boa Vista-RR.

agrícolas 2011/12 e 2012/13, em solo classificado como gleissolo háplico Tb distrófico. Os resultados da análise química e granulométrica das amostras coletadas na área, na camada de 0 a 20 cm de profundidade na média dos dois anos, foram: pH/H₂O = 4,8; MO = 12,5 g kg⁻¹; P = 6,44 mg dm⁻³; K = 0,10 cmol_c dm⁻³; Ca = 1,03 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,31 cmol_c dm⁻³; Al = 0,68 cmol_c dm⁻³; argila = 32%; silte = 41%; areia = 27%.

Cada experimento foi composto pela combinação de doze genótipos de arroz com grãos especiais (Empasc, Jasmine, RR 9903, Formosa, Moti, Nourin Moti, Meio Chumbinho, SC 460, SC 461, CNA 9917, SC 606 e SC 607) e duas cultivares testemunhas (BR IRGA 409 e IRGA 417) de arroz de grãos comuns, com as densidades de semeadura de 50 sementes por metro linear (60 Kg ha⁻¹); 100 sementes por metro linear (120 Kg ha⁻¹); 150 sementes por metro linear (180 Kg ha⁻¹); 200 sementes por metro linear (240 Kg ha⁻¹), respectivamente.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, sendo a parcela formada por quatro linhas de 4,0 m de comprimento, com espaçamento de 0,25 m entre linhas. A área útil (2,0 m²) compreendeu as duas linhas centrais da parcela.

O preparo do solo foi realizado com o solo seco e consistiu de uma aração e duas gradagens niveladoras e construção de taipas. A adubação de base foi de 450 kg ha⁻¹ da fórmula 08-28-16 + micro, com adubação em cobertura de 300 kg ha⁻¹ de ureia (45% de N) aplicada em duas doses de 150 kg ha⁻¹ no início do perfilhamento (15 dias após a emergência) e na diferenciação do primórdio floral (45 dias após a emergência).

Os experimentos foram irrigados através de banhos intermitentes, no período compreendido entre a semeadura e o perfilhamento. A partir deste estágio, a irrigação dos passou a ser por irrigação contínua, mantidos com lâmina de água variando de 5 cm a 15 cm de altura, controlada diariamente.

Foi avaliado a produtividade de grãos em casca, pesando-se os grãos colhidos na área útil de cada parcela, após trilhados, limpos e secos e convertidos a um hectare. Os dados coletados foram submetidos a teste de normalidade (Lilliefors) e homogeneidade de variâncias e realizadas análises de variância individuais e conjuntas. Para o agrupamento das estimativas das médias dos genótipos e anos de cultivo, foi aplicado o teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade. Para verificar o efeito das densidades de semeadura a cada grupo de genótipo foi realizada a análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 estão contidos os dados de produtividade de grãos dos 12 genótipos de arroz com tipos especiais de grãos e das duas cultivares testemunhas de grãos comuns, avaliados em quatro densidades de semeadura em várzea de Roraima, nos anos agrícolas 2011/12 e 2012/13.

Observou-se que, as maiores produtividades na densidade de 50 sementes m⁻¹ foram obtidas no primeiro ano de cultivo para todos os genótipos, com destaque para RR 9903 (7.326 kg ha⁻¹) do tipo japonico, Jasmine (7.242 kg ha⁻¹) e Empasc (6.993 kg ha⁻¹) dos tipos aromáticos e SC 460 (7.076 kg ha⁻¹) de baixa amilose, sendo significativamente superiores aos demais genótipos de grãos especiais e as testemunhas de grãos comuns. O mesmo comportamento manteve-se na densidade de 100 sementes m⁻¹, com diferença significativa no primeiro ano para o genótipo Jasmine (aromático) com produtividade de 8.502 kg ha⁻¹, enquanto que, no segundo ano teve similar comportamento junto com o genótipo Empasc (aromático) com valores de 7.587 e 6.960 kg ha⁻¹, respectivamente.

Na densidade de 150 sementes m⁻¹, as maiores produtividades no primeiro ano de cultivo, foram para Jasmine, RR 9903 e SC 461 (baixa amilose) com valores de 7.792, 7.221 e 6.943 kg ha⁻¹ respectivamente, não diferindo da cultivar testemunha BR IRGA 409 que apresentou produtividade de 7.234 kg ha⁻¹. Diferente comportamento foi observado no segundo ano para esta densidade, onde, o genótipo Jasmine foi significativamente superior aos demais com média de 8.177 kg ha⁻¹ (Tabela 1).

Tabela 1. Produtividade de grãos (kg ha⁻¹) referente á avaliação de 12 genótipos de arroz com tipos especiais de grãos e duas cultivares testemunha de grãos comuns em quatro densidades de semeadura, avaliados em área de várzea de Roraima, sob condições de irrigação por inundação contínua, nos anos agrícolas 2011/12 (A1) e 2012/13 (A2)

Genótipos	Densidade (sementes por metro)							
	50		100		150		200	
	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2
BR IRGA 409 ¹	5754bA	4228bB	6759cA	5524bB	7234aA	7399bA	7301aA	7243bA
IRGA 417 ¹	6059bA	4703bB	6627cA	5998bA	6818bA	7591bA	7267aA	6794bA
Empasc 104 ¹	6993aA	5412aB	6685cA	6960aA	5570cB	7635bA	5619cB	7429bA
Jasmine ¹	7242aA	5617aB	8502aA	7587aB	7792aA	8177aA	7425aB	8381aA
SC 460 ²	7076aA	4952aB	6884cA	6019bA	6660bA	7259bA	7409aA	7079bA
SC 461 ²	6392bA	4287bB	6827cA	5339bB	6943aB	7804bA	7234aA	6632bA
Chumbinho ³	4960cA	3302cB	5802cA	4305cB	5311cA	4312cB	4813cA	4496dA
RR9903 ⁴	7326aA	5410aB	7530bA	6010bB	7221aA	7750bA	6943aA	7473bA
Formosa ⁴	6009bA	4441bB	6244cA	4827cB	6094bA	6684bA	6215bA	5983cA
Moti ⁴	5536bA	3452cB	5487dA	4050cB	4895cA	4836cA	4620cA	4289dA
N.Mochi ⁴	5977bA	3839cB	5678dA	4362cB	4945cA	5056cA	5070cA	5107dA
CNA 9917 ⁵	5826bA	3670cB	6468cA	4289cB	6343bA	4850cB	6244bA	4757dB
SC 606 ⁵	4145cA	4168bA	4829dA	4409cA	3830dB	4983cA	4196cA	4342dA
SC 607 ⁵	5594bA	3618cB	5153dA	4612cA	4654cA	4854cA	4853cA	4860dA
Média	6063A	4364B	6391A	5306B	6022A	6371A	6086A	6062A

¹ testemunha (grãos comuns); ¹ grãos aromáticos; ² grãos com baixa amilose; ³ grãos cateto; ⁴ grãos japônica; ⁵ grãos pretos. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha dentro de cada densidade/ano pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na densidade de 200 sementes m⁻¹, para o primeiro ano de cultivo, os genótipos Jasmine, SC 460, SC 461 e RR 9903 apresentaram as maiores produtividades com médias de 7.425, 7.409, 7.234 e 6.943 kg ha⁻¹, respectivamente, não diferindo das cultivares testemunhas (BR IRGA 409 e IRGA 417). Para o segundo ano o genótipo Jasmine foi significativamente superior aos demais genótipos com média de 8.381 kg ha⁻¹ (Tabela 1).

As boas produtividades aqui encontradas para alguns genótipos nas densidades avaliadas, corroboram em parte com os resultados encontrados por Severo et al. (2000), que também encontraram altas produtividades com diferentes genótipos de arroz irrigado em diferentes densidades de semeadura.

Os resultados obtidos neste trabalho, para as cultivares testemunhas são superiores aos encontrados por Diniz et al., (2013), em Goiás, que reportaram valores para a produtividade de grãos entre 5.178 a 5.778 kg ha⁻¹ e com 61,34 a 63,53% no rendimento de grão inteiro (RI), 3.991 a 5.655 kg ha⁻¹ com 59,73 a 62,08% no RI, para os genótipos BR IRGA 409 e IRGA 417, respectivamente.

Oliveira et al. (2013) realizando a caracterização preliminar de linhagens de arroz com tipos de grãos especiais em Goianira-GO, reportou rendimentos de grãos dos genótipos do tipo aromático Empasc 104 com 2.167 kg ha⁻¹ e Jasmine de 3.114 kg ha⁻¹, sendo estes resultados, muito inferiores aos encontrados neste trabalho.

Para arroz do tipo japônica, Oliveira et al. (2013) registraram rendimentos de grãos de 5.129 kg ha⁻¹ para o genótipo IAS 12-9 Formosa, 3.874 kg ha⁻¹ para o genótipo Moti e de 3.914 kg ha⁻¹ para o genótipo Nourin Mochi. Os mesmos autores registraram para os genótipos de arroz de grãos do tipo preto valores na produtividade de grãos de 1.986 kg ha⁻¹ para o genótipo CNA 9917, 3.276 kg ha⁻¹ para o genótipo SC 606 e de 3.194 kg ha⁻¹ para o genótipo SC 607 sendo estes valores, inferiores aos encontrados neste trabalho.

As estimativas das médias para produtividade de grãos, em função das densidades de semeadura, ajustaram-se a modelos de regressão quadráticos para todos os genótipos avaliados, e foram significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F proporcionando ajustes nas equações de regressão com R² variando de 82 a 99% (Tabela 2).

Mesmo considerando-se a interação tripla significativa, na avaliação das produtividades,

em função das densidades de semeadura, não foram utilizadas as médias relativas aos dois anos, haja vista, que não há interesse em obter densidades de semeadura para cada ano.

Verificou-se, de modo geral, que a produtividade de grãos cresceu com o aumento da densidade de semeadura, até a faixa de 150 sementes por metro linear, e a partir daí, decresceu, mantendo-se constante para todos os genótipos avaliados.

Tabela 2. Equações de regressão para a produtividade de grãos de genótipos de arroz em função da densidade de semeadura sob condições de irrigação por inundação contínua em área de várzea de Roraima

Genótipos	Equações de regressão	R ²
BR IRGA 409	$\hat{Y} = 2933 + 45,886x - 0,1194x^2$	0,98
IRGA 417	$\hat{Y} = 3640,7 + 39,303x - 0,1105x^2$	0,97
Empasc	$\hat{Y} = 5478,5 + 18,942x - 0,0698x^2$	0,76
Jasmine	$\hat{Y} = 4379,5 + 51,124x - 0,1696x^2$	0,97
RR 9903	$\hat{Y} = 5310,7 + 23,123x - 0,0665x^2$	0,88
Formosa	$\hat{Y} = 4193 + 21,952x - 0,0600x^2$	0,83
Moti	$\hat{Y} = 3794,7 + 17,079x - 0,0685x^2$	0,96
Nourin Moti	$\hat{Y} = 4844 + 1,64x - 0,0024x^2$	0,83
Meio Chumbinho	$\hat{Y} = 2980,5 + 29,656x - 0,108x^2$	0,83
SC 460	$\hat{Y} = 6202,5 - 4,544x - 0,0468x^2$	0,85
SC 461	$\hat{Y} = 3434 + 41,744x - 0,1184x^2$	0,97
CNA 9917	$\hat{Y} = 3779,5 + 23,098x - 0,0726x^2$	0,99
SC 606	$\hat{Y} = 2463,2 + 40,41x - 0,127x^2$	0,96
SC 607	$\hat{Y} = 4821,9 + 2,3922x - 0,0121x^2$	0,82

CONCLUSÃO

Os genótipos Jasmine (grãos aromáticos) e RR 9903, (grãos japônicos) que apresentam as maiores produtividades de grãos, na faixa de 7.000 a 8.000 kg ha⁻¹, são os mais promissores para uso em Roraima em condições de cultivo em várzea com irrigação.

A produtividade de grãos cresce com o aumento da densidade de semeadura até, aproximadamente, 150 sementes por metro linear para a maioria dos genótipos avaliados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CORDEIRO, A. C. C.; MEDEIROS, R. D.; MARSARO JÚNIOR, A. L.; NECHET, K. L. **Recomendações Técnicas para o Cultivo do Arroz Irrigado em Várzeas de Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2009. 19 p. (Circular Técnica, 06).
- CORDEIRO, A. C. C.; MEDEIROS, R. D. BRS Jaçanã e BRS Tropical: cultivares de arroz irrigado para os sistemas de produção de arroz em várzea de Roraima. **Revista Agro@mbienteOnline**, Boa Vista, v. 4, n. 2, p. 67-73, Dez. 2010.
- DINIZ, J. A.; MOURA NETO, F. P. M.; WANDERLEI, J. C.; ALENCAR, W. F.; SILVA, V. A.; MORAIS, O. P. Avaliação das cultivares Brasileiras de arroz irrigado em várzeas do estado de Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8, 2013, Santa Maria. **Anais...** UFSM, Sociedade Sul Brasileira de arroz irrigado. p.137-140. 1 CD-ROM.
- FONSECA, J. R.; CASTRO, E. M.; MORAIS, O. P. **Tempo de prateleira de cultivares de arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005.
- OLIVEIRA, F. A.; MAGALHÃES JUNIOR, A. M.; STRECK, E. A.; LOPES, J. L.; GARCIA, N. S.; KNABAH, O. W.; FAGUNDES, P. R. R.; SEVERO, A. C. M. Ensaio de cultivo e uso (VCU) de genótipos tipos especiais, do programa de Melhoramento Genético da Embrapa – Safra 2012/13. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8º, 2013, Santa Maria, **Anais...** UFSM, Sociedade Sul Brasileira de arroz irrigado, p.45-47. 1 CD-ROM.
- PESKE, S.T., SCHUCH, L.O.B., BARROS, A.C.S.A. (Ed) **Produção de arroz irrigado**, Pelotas, RS: Universidade Federal de Pelotas. Editora Universitária. 2004.
- SEVERO, S. R. et al. Resposta de genótipos de arroz irrigado ao arranjo de plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.12, p.2383-2390. Dez. 2000.

DESEMPENHO DE GENÓTIPOS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS IRRIGADOS POR ASPERSÃO, SOB ALTA TEMPERATURA NATURAL

Cleber Moraes Guimarães¹; Luís Fernando Stone²; Adriano Pereira de Castro³; Monograz Gonçalves Borges⁴; Diagner Guilherme Martins Cunha⁵

Palavras-chave: *Oryza sativa*, esterilidade de espiguetas, produtividade.

INTRODUÇÃO

O arroz de terras altas (*Oryza sativa* L.) é amplamente cultivado nos estados de Mato Grosso, Pará e Maranhão, onde a disponibilidade hídrica geralmente é satisfatória, entretanto, as temperaturas frequentemente ultrapassam o termoperiodismo ideal para o crescimento da cultura, que é de 24°C a 30°C.

A ocorrência de temperaturas diurnas superiores a 35°C pode causar esterilidade de espiguetas (STEINMETZ et al., 2006). Segundo Jagadish et al. (2010) e Shah et al. (2011), a fase mais sensível do arroz à alta temperatura ocorre durante a emissão das panículas e floração, ocasionando alto índice de esterilidade de espiguetas. Isso compromete a produtividade, a qualidade dos grãos e torna a cultura menos competitiva.

Assim, é recomendável que as novas cultivares de arroz de terras altas apresentem alto potencial produtivo e tolerância à alta temperatura, para atender os sistemas de produção conduzidos nas regiões brasileiras de maior probabilidade de ocorrência desse estresse. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo de cultivares e linhagens elite de arroz de terras altas em condições naturais de alta temperatura, sob irrigação suplementar por aspersão.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Estação Experimental da Emater, em Porangatu, GO, em um Latossolo Vermelho distrófico, localizada a 13° 18' 31" de latitude Sul e 49° 06' 47" de longitude Oeste, com altitude de 391 m e clima Aw, tropical de savana, megatérmico, segundo a classificação de Köppen. Foram conduzidos dois experimentos, em 2011 e 2012, durante o período de entressafra, quando ocorrem temperaturas próximas de 40°C (Figura 1), acima do valor considerado ótimo para o crescimento da cultura. Foram avaliadas, no delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, nove linhagens do programa de melhoramento de arroz da Embrapa Arroz e Feijão e seus parceiros, AB 072001, AB 072007, AB 072035, AB 072041, AB 072044, AB 072047, AB 072063, AB 072083 e AB 072085, e cinco cultivares, AN Cambará, BRS CIRAD 302, BRS Pepita, BRS Primavera e BRS Sertaneja.

As parcelas foram formadas por quatro linhas, com cinco metros de comprimento e espaçadas de 0,40 m. As semeaduras foram feitas com 70 sementes por metro, em 17/05/2011 e 12/05/2012. A adubação na semeadura foi de 16, 120 e 64 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, e a cobertura foi de 200 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio, na diferenciação floral, aproximadamente aos 50 dias após a emergência. O controle de plantas daninhas foi efetuado com oxadiazon, na dose de 1.000 g i.a. ha⁻¹, e aplicou-se 75 g i.a. ha⁻¹ de fipronil, como preventivo ao ataque de cupins e lagarta elasmô. A umidade no solo foi monitorada por tensiômetros e foi mantida em condições adequadas, potencial matricial maior que ≥ 0,025 MPa a 15 cm de profundidade (STONE et al., 1986) durante

¹ Doutor, Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO 462 km 12, Zona Rural, CEP 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO, cleber.guimaraes@embrapa.br.

² Doutor, Embrapa Arroz e Feijão.

³ Doutor, Embrapa Arroz e Feijão.

⁴ Graduando em Ciências Biológicas, Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

⁵ Graduando em Agronomia, Uni-Anhanguera.

todo o ciclo da cultura, mediante a irrigação suplementar por aspersão com uma barra irrigadora autopropelida.

Nos dois anos, foram avaliados a produtividade, altura de plantas na maturação e floração, em número de dias após a semeadura (DAS). A massa de 100 grãos foi avaliada apenas em 2011 e a esterilidade de espiguetas e o número de grãos por panícula apenas em 2012. Foi feita a análise de variância dos experimentos e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5%.

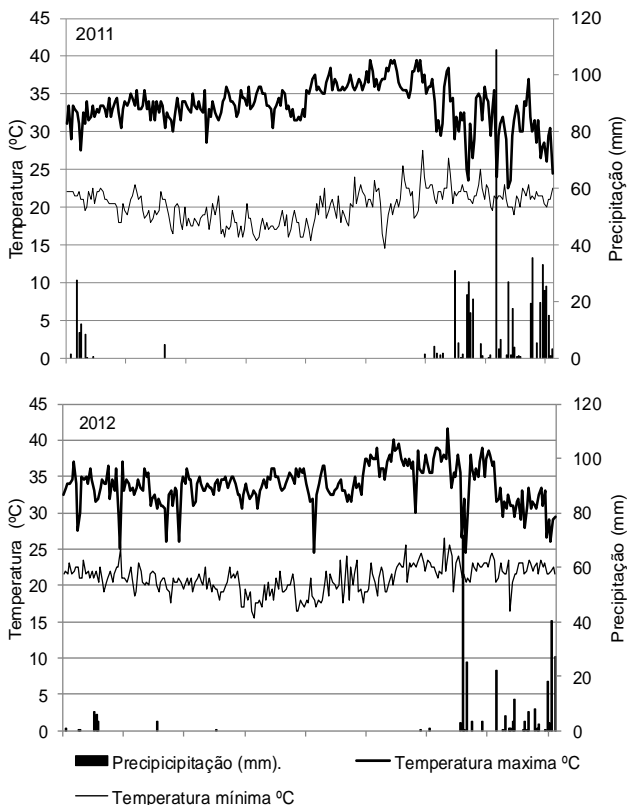


Figura 1. Precipitação pluvial e temperaturas máxima e mínima (°C) durante o período de condução dos experimentos nos anos de 2011 e 2012, na Estação Experimental da Emater, Porangatu, GO.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que não houve efeito de ano sobre a produtividade. Foram observados valores médios de 3699 kg ha⁻¹ e 3518 kg ha⁻¹ em 2011 e 2012, respectivamente. As plantas também apresentaram porte semelhante nos dois anos de avaliação. Foram observados 85,9 cm e 88,4 cm de altura em 2011 e 2012, respectivamente. A data de ocorrência de R3

(emissão de panículas), entretanto, foi influenciada pelo ano. As plantas foram, em média, cinco dias mais precoces em 2011, por emitirem flores aos 76 DAS em 2011 e 81 DAS em 2012, explicado, provavelmente, pela ocorrência de temperaturas do ar mais altas em 2011 durante as fases fenológicas do arroz mais sensíveis à alta temperatura (Figura 1). Ziska et al. (1996) também verificaram redução no ciclo em razão de altas temperaturas.

Observou-se, ainda, que os genótipos diferiram significativamente quanto à produtividade e aos demais componentes agrônômicos (Tabela 1).

Tabela 1. Produtividade (Prod), altura de plantas (Alt), floração (Flor), massa de 100 grãos (M100), esterilidade de espiguetas (EstEsp) e número de grãos por panícula (GrPan).

Genótipo	Prod (kg ha ⁻¹)		Alt (cm)	Flor (DAS) ¹		M100 (g)	EstEsp (%)		GrPan (n°)
	2011	2012		2011	2012		2011	2012	
AB 072085	5033a	3891a	85,0b	87a	85a	2,52a	27,1c		82c
AB 072035	4310a	4285a	83,4b	65d	75b	2,66a	23,7c		77c
AB 072044	4188a	4179a	86,4b	76c	78b	2,61a	21,3c		82c
AB 072063	4052a	4265a	85,8b	63d	75b	2,66a	17,3c		104b
AB 072047	3989a	3873a	86,3b	69d	75b	2,55a	23,8c		79c
AB 072083	4250a	3570a	75,1c	92a	88a	2,25b	29,3c		76c
AB 072001	3580b	4120a	94,3a	80b	83a	2,39b	27,1c		115a
BRS Pepita	3591b	3848a	111,6a	72c	77b	2,27b	28,3c		104b
BRS Primavera	3516b	3743a	102,9a	83b	83a	2,23b	41,8b		117a
BRS Sertaneja	3451b	3676a	92,7a	75c	80b	2,24b	22,0c		115a
AB 072041	3334b	2688a	91,0a	80b	90a	2,40b	28,1c		87c
AB 072007	2687b	3327a	73,2c	64d	75b	2,38b	24,9c		85c
AN Cambará	2819b	2893a	87,3b	79b	91a	2,17b	41,5b		93b
BRS CIRAD 302	2991b	887b	64,8c	74c	79b	2,07b	80,6a		31d
Média	3699	3518	87,1	76	81	2,39	31,2		89

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

¹DAS – número de dias após a semeadura.

Houve interação significativa entre produtividade e ano. O grupo mais produtivo nos dois anos foi composto pelos genótipos AB 072085, AB 072035, AB 072044, AB 072063, AB 072047 e AB 072083. Os cinco primeiros genótipos apresentaram porte intermediário e o AB 072083 foi um dos mais baixos. Prasad et al. (2006) também observaram diferença entre genótipos de arroz quanto à resposta à alta temperatura, a qual causou decréscimo na produção dos grãos de pólen e também de sua recepção pelo estigma.

Adicionalmente, observou-se que os genótipos do grupo mais produtivo apresentaram as mais baixas esterilidades de espiguetas. Ainda assim, a média do grupo foi de 23,8%, que é um valor alto e com efeito negativo na produtividade. Realmente, a correlação entre produtividade e esterilidade de espiguetas foi significativa e negativa, com $r = -0,88^{**}$. A alta porcentagem de esterilidade pode ser explicada pela ocorrência de altas temperaturas durante o desenvolvimento da cultura, que chegaram a 40 °C. Jagadish et al. (2007) também observaram que alta temperatura durante a antese, 33,7 °C, ainda assim inferior às observadas durante a condução do experimento, ocasionou aumento significativo da esterilidade de espiguetas. Rang et al. (2011) observaram que a alta incidência de esterilidade de espiguetas estava associada com a menor germinação dos grãos de pólen no estigma. O grupo menos produtivo foi composto apenas pelo genótipo BRS CIRAD 302, que apresentou alta porcentagem de esterilidade de espiguetas, 80,6%.

As altas temperaturas também afetaram o enchimento dos grãos, pois a correlação entre produtividade e massa de 100 grãos foi significativa e positiva, com $r = 0,64^{*}$. Prasad et al. (2006) também verificaram redução na massa dos grãos de arroz devido à alta temperatura.

A correlação entre a produtividade e o número de grãos por panícula foi também significativa e positiva, com $r = 0,67^{**}$.

Houve interação significativa entre a ocorrência de R3 e ano. Os genótipos AB 072085 e AB 072083 apresentaram R3 tardio nos dois anos, enquanto os genótipos AB 072035, AB 072063, AB 072047 e AB 072007 foram os mais precoces. Eles apresentaram R3 entre 63 e 75 DAS.

CONCLUSÃO

Os genótipos AB 072085, AB 072035, AB 072044, AB 072063, AB 072047 e AB 072083 são os mais produtivos em condições naturais de ocorrência de alta temperatura, sob irrigação suplementar.

Os genótipos mais produtivos em condições naturais de alta temperatura apresentam as menores porcentagens de esterilidade de espiguetas.

O genótipo BRS CIRAD 302, pouco produtivo sob condições naturais de alta temperatura, apresenta alta porcentagem de esterilidade de espiguetas, 80,6%.

AGRADECIMENTOS

Ao auxiliar Ramatis Justino da Silva, pelo auxílio na condução dessa pesquisa, e à Estação Experimental da Emater, em Porangatu, pela disponibilização da infraestrutura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- JAGADISH, S. V. K. et al. Physiological and proteomic approaches to address heat tolerance during anthesis in rice (*Oryza sativa* L.). **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 61, n. 1, p. 143–156, 2010.
- JAGADISH, S. V. K.; CRAUFURD, P. Q.; WHEELER, T. R. High temperature stress and spikelet fertility in rice (*Oryza sativa* L.). **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 58, n. 7, p. 1627–1635, 2007.
- PRASAD, P. V. V. et al. Species, ecotype and cultivar differences in spikelet fertility and harvest index of rice in response to high temperature stress. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 95, n. 2/3, p. 398–411, 2006.
- RANG, Z. W. et al. Effect of high temperature and water stress on pollen germination and spikelet fertility in rice. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v. 70, n. 1, p. 58–65, 2011.
- SHAH, F. et al. Impact of high-temperature stress on rice plant and its traits related to tolerance. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 149, p. 545–556, 2011.
- STEINMETZ, S.; SILVA, S. C. da; SANTANA, N. M. P. de. Clima. In: SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. de A. (Ed.). **A cultura do Arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 117-160.
- STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; SILVA, S. C. da. **Tensão da água do solo e produtividade do arroz**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1986. 6 p. (EMBRAPA-CNPAP. Comunicado Técnico, 19).
- ZISKA, L. H.; MANALO, P. A.; ORDONEZ, R. A. Intraspecific variation in the response of rice (*Oryza sativa* L.) to increased CO₂ and temperature: growth and yield response of 17 cultivars. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 47, n. 302, p. 1353–1359, 1996.

DESEMPENHO DE LINHAGENS DE ARROZ IRRIGADO NO CULTIVO PRINCIPAL E NA SOCA EM VÁRZEA TROPICAL

Alberto Baêta dos Santos¹; Paula Pereira Torga²; Orlando Peixoto de Moraes³; Talita Pereira Baêta Santos⁴; Fábio de Oliveira Cruz⁵; Yara Silva Oliveira⁶

Palavras-chave: *Oryza sativa*, índice de eficiência de produtividade de grãos na soca.

INTRODUÇÃO

Um dos principais desafios dos programas de melhoramento genético do arroz irrigado é desenvolver cultivares que apresentem alto potencial produtivo, com características agronômicas que atendam a demanda do consumidor em relação aos padrões industriais e culinários dos grãos. Para isso, é feita a avaliação, nos ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU), das linhagens-elites candidatas ao lançamento como novas cultivares. Em vista disso, os ensaios de VCU constituem a última etapa de avaliação de linhagens para lançamento e, ou, recomendação de cultivares para uma determinada região ou unidade da federação.

O cultivo da soca, que é a capacidade das plantas de arroz de regenerar novos perfilhos férteis após o corte dos colmos para a colheita principal, constitui alternativa viável para aumentar a produção de arroz com qualidade da produção por unidade de área e de tempo (COSTA et al., 2000a; SANTOS, 2004, 2006). As recomendações das cultivares de arroz para cultivo nas regiões produtoras, não se baseiam no potencial produtivo da soca, apenas no cultivo principal. Como a soca possibilita aumentar a produtividade do arroz, há necessidade de obter genótipo com alta produtividade de grãos na soca, para o êxito desta prática.

Objetivou-se com este estudo avaliar o desempenho de linhagens de arroz irrigado no cultivo principal e na soca em ensaio de VCU tropical do programa de melhoramento genético da Embrapa e parceiros, em várzea tropical.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Campo Experimental da Fazenda Palmital, da Embrapa Arroz e Feijão, no município de Goianira, GO, latitude 16°26'20" S, longitude 49°23'45" W, altitude 728 m, em Gleissolo Háplico distrófico de várzea. Avaliaram-se 23 genótipos, sendo 21 linhagens e duas testemunhas, BRS Tropical e BRS Sinuelo CL, no ensaio de VCU tropical 2013/14, do programa de melhoramento genético de arroz irrigado. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com quatro repetições.

A inundação teve início no estádio V5, e, durante o período de irrigação, foi mantida uma lâmina de água uniforme de cerca de 0,10 m. A supressão da irrigação ocorreu no estádio R8 - R9 - maturação completa dos grãos. Após a colheita do cultivo principal, aplicaram-se 45 kg ha⁻¹ de N, na forma de ureia e, a seguir, foi reiniciada a irrigação.

Realizaram-se, por ocasião das colheitas, amostragens de plantas para determinação da massa da matéria seca de palha (MSPalha) e biomassa. Ademais, foram determinados os números de perfilhos e de panículas por área, a altura de plantas, o índice de colheita (IC), o número de grãos e de espiguetas vazias por panícula, a massa de 100 grãos, o

¹ Eng. Agrônomo, Dr. em Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO 462 km 12, Zona Rural, CEP 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO, alberto.baeta@embrapa.br.

² Eng. Agrônoma, Dra. em Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisadora da Embrapa Arroz e Feijão.

³ Eng. Agrônomo, Dr. em Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão.

⁴ Eng. de Alimentos, MSc. em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Goiás.

⁵ Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Goiás.

⁶ Graduanda em Agronomia, Universidade Federal de Goiás.

rendimento industrial de grãos e a produtividade de grãos, a qual foi expressa em kg ha⁻¹, após a umidade ser ajustada para 13%. Os dados foram submetidos à análise de variância e a discriminação entre os genótipos foi realizada pelo teste de Scott-Knott (p < 0,05).

Os genótipos foram classificados de acordo com o índice de produtividade de grãos na soca (IEPS), usando a seguinte equação: $IEPS = (Y_1/Y_2) \times (X_1/X_2)$, em que: Y₁ é a produtividade de grãos de um genótipo no cultivo da soca; Y₂ é a média da produtividade de grãos dos genótipos na soca; X₁ é a produtividade de grãos do mesmo genótipo no cultivo principal e X₂ é a média da produtividade de grãos dos genótipos no cultivo principal. Os genótipos que apresentaram IEPS maior que 1,0 foram classificados como eficientes na soca; os que tiveram IEPS entre 0,5 e 1,0 foram classificados como moderadamente eficientes e aqueles com IEPS menor que 0,5 foram classificados como ineficientes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação às características agrônômicas número de panículas por área e número de grãos por panícula, no cultivo principal, os genótipos foram classificados em dois grupos, com valores médios de 652 e 106, respectivamente, e a altura de plantas e a produtividade de grãos em quatro grupos, sendo os valores médios de 99 cm e 9261 kg ha⁻¹ (Tabela 1).

Tabela 1. Produtividade de grãos e seus componentes no cultivo principal de genótipos de arroz irrigado no VCU¹.

Genótipo	PAN ² (nº m ⁻²)	GR ² (nº pan ⁻¹)	MG ² (g)	AP ² (cm)	PROD ² (kg ha ⁻¹)
AB101031	626a	114a	2,64c	107a	9797a
AB091007	646a	104b	2,63c	97c	9336b
BRS Tropical	674a	121a	2,74c	106a	8586c
AB101016	809a	93b	2,80b	98c	10874a
AB101013	650a	111a	3,01a	108a	10001a
AB101038	690a	104b	3,03a	101b	9078b
AB101021	544b	123a	2,71c	106a	9205b
AB101018	697a	98b	2,81b	99c	10143a
AB101019	525b	119a	2,71c	105a	9346b
AB091004	624a	99b	2,85b	92d	8580c
AB10572	653a	92b	2,84b	100b	9044b
AB101025	521b	134a	2,63c	104a	9376b
AB10602	651a	103b	2,71c	99c	9828a
AB101032	628a	111a	2,61c	103b	8451c
AB10125	468b	122a	2,70c	91d	6721d
AB101015	679a	116a	3,01a	109a	10379a
BRS Sinuelo CL	691a	93b	2,56c	87d	7809c
AB10597	724a	89b	2,62c	99c	9313b
AB101053	688a	99b	2,79b	93d	8786c
AB101026	660a	100b	2,59c	94d	10435a
AB101033	643a	92b	3,01a	97c	9063b
AB101028	696a	109a	2,67c	100b	9500b
AB10501	812a	93b	2,70c	92d	9359b
Média	652	106	2,75	99	9261
CV (%)	13,0	12,8	3,7	3,3	8,6

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. ²PAN – Número de panículas, GR – Número de grãos, MG – Massa de 100 grãos, AP – Altura de plantas, PROD – Produtividade de grãos.

A linhagem AB10125 apresentou a menor produtividade, com 6721 kg ha⁻¹. A produtividade de grãos do grupo mais produtivo variou de 9797 kg ha⁻¹, com a linhagem AB101031, a 10874 kg ha⁻¹, com a AB101016.

Na soca, a produtividade de grãos e os componentes, número de panículas por área e

massa de 100 grãos, bem como o rendimento industrial de grãos, foram classificados em dois grupos, o rendimento de grãos inteiros foi classificado em três, a altura de plantas em quatro grupos e o número de grãos por panícula não diferiu entre os genótipos (Tabela 2).

O número de panículas por área na soca variou de 363, na linhagem AB101026, a 721, na AB101025, sendo a média dos genótipos de 575 panículas por metro quadrado. O número de panículas por área é o mais importante componente da produtividade do arroz (FAGERIA, 2007), a qual, na soca, se correlaciona com o número de panículas por área (COSTA et al., 2000a), com a massa da matéria seca de palha e com a biomassa (COSTA et al., 2000b). O número de panículas por área na soca é determinado pela capacidade do genótipo de regenerar perfilhos férteis após o corte dos colmos na colheita e é uma característica genética influenciada pelo ambiente.

Tabela 2. Produtividade de grãos e seus componentes de genótipos de arroz irrigado no cultivo da soca no VCU¹, relação entre produtividade de grãos na soca e no cultivo principal (RPG) e Índice de eficiência de produtividade de grãos na soca (IEPS)³.

Genótipo	PAN ² (nº m ⁻²)	GR ² nº pan ⁻¹)	MG ² (g)	AP ² (cm)	RGI ² (%)	RIG ² (%)	PROD ² (kg ha ⁻¹)	RPG (%)	IEPS ³
AB101031	712a	53a	2,30b	74b	64,9a	70,7a	3308a	34a	1,48E
AB091007	687a	54a	2,46a	74b	64,2a	70,9a	3132a	34a	1,35E
BRS Tropical	546a	58a	2,28b	77a	62,4a	69,0b	3012a	35a	1,18E
AB101016	682a	46a	2,64a	73b	63,5a	70,6a	2790a	26a	1,39E
AB101013	394b	72a	2,60a	77a	60,3b	69,9a	2782a	28a	1,25E
AB101038	634a	50a	2,42a	71b	59,0b	68,4b	2734a	30a	1,13E
AB101021	659a	52a	2,16b	73b	63,6a	70,0a	2698a	29a	1,13E
AB101018	675a	45a	2,74a	70b	59,8b	68,1b	2617a	26a	1,21E
AB101019	624a	55a	2,22b	75a	62,2a	68,6b	2568a	27a	1,10E
AB091004	556a	59a	2,28b	70b	58,4b	70,1a	2458a	29a	0,96ME
AB10572	449b	52a	2,53a	78a	61,0a	69,6a	2447a	27a	1,01E
AB101025	721a	56a	2,17b	72b	63,5a	69,6a	2389a	26a	1,02E
AB10602	607a	49a	2,52a	69c	60,0b	70,5a	2297b	23b	1,03E
AB101032	562a	48a	2,32b	72b	61,1a	68,6b	2288b	27a	0,88ME
AB10125	625a	44a	2,49a	66c	55,1c	68,7b	2221b	33a	0,70ME
AB101015	444b	64a	2,53a	79a	54,8c	67,4b	2169b	21b	1,04E
BRS Sinuelo CL	622a	37a	2,49a	62d	60,0b	69,5a	2126b	27a	0,76ME
AB10597	621a	47a	2,42a	66c	55,2c	66,9b	2003b	21b	0,86ME
AB101053	393b	55a	2,59a	66c	62,6a	69,7a	1965b	22b	0,79ME
AB101026	363b	63a	2,49a	72b	61,9a	70,7a	1908b	19b	0,90ME
AB101033	594a	52a	2,38b	71b	57,3b	68,6b	1706b	19b	0,69ME
AB101028	437b	50a	2,51a	72b	58,5b	69,5a	1628b	17b	0,71ME
AB10501	618a	44a	2,37b	61d	62,8a	70,0a	1336b	15b	0,56ME
Média	575	52	2,43	71	60,5	69,4	2373	26	1,00
CV (%)	20,2	19,4	8,0	4,5	4,3	2,4	21,5	22,4	24,5

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. ²PAN – Número de panículas, GR – Número de grãos, MG – Massa de 100 grãos, AP – Altura de plantas, RGI – Rendimento de grãos inteiros, RIG – Rendimento industrial de grãos, PROD – Produtividade de grãos, ³Classificação: E eficiente; ME moderadamente eficiente.

A massa de 100 grãos variou de 2,16 g, na linhagem AB101021, a 2,74 g, na AB101018, sendo o valor médio dos genótipos na soca de 2,43 g, ficando próximo a 2,5 g, valor considerado ideal para o arroz irrigado, pois grãos maiores tendem a ser gessados e, portanto, têm menor valor de mercado. A massa de grãos depende primeiramente do tamanho da espiguetas e, em segundo lugar, da porcentagem de espiguetas com cariopses.

Os genótipos AB101015, AB10572, AB101013, AB101019 e BRS Tropical apresentaram as maiores alturas de plantas, ao passo que a linhagem AB10501 e a cultivar BRS Sinuelo CL as menores. Costa et al. (2000a) relataram correlação positiva da altura de plantas e produtividade de grãos, tanto na soca quanto no cultivo principal.

Em relação ao rendimento de grãos inteiros na soca, os genótipos classificados no

primeiro grupo apresentaram valores acima de 61%, enquanto que no grupo dos com menor percentual, 55%, constam as linhagens AB101015, AB10125 e AB10597. Esse rendimento corresponde à quantidade de grãos inteiros obtida após o beneficiamento, e é um dos parâmetros importantes para determinar o valor de comercialização.

O percentual médio do rendimento industrial de grãos foi 69,4, sendo que os genótipos classificados no primeiro grupo apresentaram valores que variaram de 69,5% a 71,7% e os do segundo grupo de 66,9% a 69,0%. Costa et al. (2000a) relataram que o valor comercial dos grãos no cultivo principal e na soca é semelhante.

Em relação à produtividade de grãos na soca, os genótipos mais produtivos, classificados no primeiro grupo, apresentaram valores entre 2389 kg ha⁻¹, com a linhagem AB101025, e 3308 kg ha⁻¹, com a linhagem AB101031, enquanto que os menos produtivos de 1336 kg ha⁻¹, com a AB10501, a 2297 kg ha⁻¹, com a AB10602.

A relação entre a produtividade de grãos no cultivo da soca e no cultivo principal (RPG) variou de 15%, com a AB10501, a 34%, com a AB101031. Com base no índice de eficiência de produtividade de grãos na soca (IEPS), 57% dos genótipos foram classificados como eficientes no cultivo da soca, incluindo a BRS Tropical, 43% como moderadamente eficiente, incluindo a BRS Sinuelo CL, e nenhum ineficiente. O menor índice foi obtido com a linhagem AB10501, 0,56, o maior com a linhagem AB101031, 1,48, sendo o índice médio de 1,00. Isso indica que é grande a probabilidade das cultivares lançadas futuramente serem mais eficientes na soca que as atualmente recomendadas.

CONCLUSÃO

Os genótipos apresentam desempenho diferentemente no cultivo principal e na soca.

Dentre os componentes da produtividade, o número de grãos por panícula é o que mais contribui para a menor produtividade na soca em comparação à no cultivo principal.

Há linhagens no ensaio de valor de cultivo e uso do programa de melhoramento de arroz irrigado mais eficientes no cultivo da soca que cultivares atualmente recomendadas.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro e pelas bolsas de Iniciação Científica e de Produtividade em Pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, E. G. de C.; SANTOS, A. B. dos; ZIMMERMANN, F. J. P. Características agrônomicas da cultura principal e da soca de arroz irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n. Ed. Especial, p. 15-24, 2000a.

COSTA, E. G. de C.; SANTOS, A. B. dos; ZIMMERMANN, F. J. P. Crescimento da cultura principal e da soca de genótipos de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.10, p. 1949-1958, 2000b.

FAGERIA, N. K. Yield physiology of rice. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 30, n. 6, p. 843-879, 2007.

SANTOS, A. B. dos. Cultivar. In: SANTOS, A. B. dos. (Ed.). **Cultivo da soca de arroz irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. p. 53-68.

SANTOS, A. B. dos. Cultivo da soca. In: SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. de A. **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 751-794.

SANTOS, A. B. dos; CUTRIM, V. dos A.; CASTRO, E. da M. de. Comportamento de linhagens de arroz irrigado no aproveitamento da soca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.6, p.673-675, jun. 1986.

DESEMPENHO DE PROGENIES DA POPULAÇÃO Plrga 1/Pr/4 DE ARROZ IRRIGADO EM SELEÇÃO RECORRENTE

Oneides Antônio Avozani¹; José Manoel Colombari Filho²; Orlando Peixoto de Moraes¹; Paulo Ricardo Reis Fagundes³; Ariano Martins de Magalhães Júnior³

Palavras-chave: *Oryza sativa* L.; melhoramento populacional; resposta a seleção; seleção de progênies.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de cultivares de arroz irrigado de alto potencial produtivo e com qualidade de grãos, tornou-se um desafio constante a ser enfrentado pelos programas de melhoramento genético dessa cultura. Apesar das atuais cultivares disponibilizadas aos produtores apresentarem maior estabilidade frente aos estresses bióticos e abióticos ocorrentes anualmente, frequentes reduções de produtividade têm sido observadas nas lavouras de arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul, onde concentra-se a maior produção desse cereal no Brasil (AGRIANUAL, 2015).

Predominantemente os programas de melhoramento de arroz adotam o método genealógico a partir de cruzamentos biparental para o desenvolvimento de cultivares. Contudo, tem-se observado que um platô de produtividade, de difícil superação, tem se estabelecido (MORAIS et al., 2013). Uma das possíveis causas poderia ser o uso pelos programas de uma base genética estreita (RANGEL et. al., 1997), de modo que, segundo esse mesmo autor, uso do método de seleção recorrente (SR) seria uma alternativa que possibilitaria, em cada ciclo de seleção e recombinação das melhores progênies, aumentar a frequência dos alelos favoráveis dos caracteres agrônômicos de interesse e manter a variabilidade genética da população para viabilizar novos ganhos genéticos em ciclos subsequentes.

A população de SR Plrga 1/Pr/4 foi sintetizada pelo IRGA em 2001/02 a partir da população PQUI 1/0/0 do INIA-Chile, que possui o gene de macho-esterilidade genética. Para sua síntese, foi incorporado nesta um conjunto de cultivares e linhagens do Programa de Melhoramento do IRGA, visando resistência à brusone, tolerância a toxidez por ferro, qualidade de grãos e, principalmente, alto potencial produtivo.

Desde 2008, iniciou-se um trabalho cooperativo, por meio de convênio firmado entre IRGA e Embrapa Arroz e Feijão (Embrapa), para o melhoramento das populações de SR pertencentes às duas Instituições. Neste trabalho, o objetivo foi avaliar e identificar as progênies S₂ mais promissoras da população Plrga 1/Pr/4 para recombinação e início do próximo ciclo de seleção.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados dos caracteres produção de grãos (PG; kg ha⁻¹), altura de plantas (AP; cm), dias para o florescimento (DF; DAE - número de dias após a emergência até 80% das plantas em antese foral), e índice de centro branco dos grãos (CB; notas) provenientes do ensaio de rendimento de progênies da população Plrga 1/Pr/4 de seleção recorrente, conduzido na Estação Regional de Pesquisa da Embrapa, localizada em Alegre/RS.

O ensaio foi composto por três cultivares como testemunhas (BR IRGA 410 e IRGA 417 de ciclo precoce; e IRGA 424 de ciclo médio) e 101 progênies S₂ oriundas do quarto

¹ Engº Agrº M.Sc., Instituto Rio Grandense do Arroz, 94930-030, Caixa Postal 29, Cachoeirinha, RS, oneides-avozani@irga.rs.gov.br (autor correspondente)

² Engº Agrº Dr., Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, 75375-000, Caixa Postal 179, Santo Antônio de Goiás, GO

³ Engº Agrº Dr., Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, 96010-971, Caixa Postal 403, Pelotas, RS

ciclo de SR da população. O delineamento experimental adotado foi alfa látice simples 13 x 8. As parcelas foram constituídas por 4 linhas de 4 m de comprimento, espaçadas entre si por 0,20 m, perfazendo uma área total de 3,2 m². A área útil da parcela foi de 1,2 m², pela colheita das duas linhas centrais com descarte de 0,5 m das extremidades.

O ensaio foi semeado em 17 de novembro de 2014. A adubação e as práticas de manejo adotadas seguiram as Recomendações Técnicas de Cultivo de Arroz Irrigado (SOSBAI, 2012).

Os dados foram submetidos à análise estatística, via *proc glm* do aplicativo estatístico SAS[®] 9.2, conforme o seguinte modelo aleatório (COCHRAN & COX, 1966): $y_{ijk} = \mu + g_i + r_j + b_{k(j)} + \varepsilon_{ijk}$, em que y_{ijk} é a observação do genótipo i , na repetição j e no bloco k ; μ é a média geral; g_i é o efeito aleatório do genótipo i ($i = 1, 2, \dots, I$ e $I = P + T$, em que P é o número de progênies e T o número de testemunhas), assumindo $g_i \sim \text{NID}(0, \sigma_p^2)$; r_j é o efeito aleatório de repetição j ($j = 1, 2, \dots, J$); $b_{k(j)}$ é o efeito aleatório de bloco k ($k = 1, 2, \dots, K$), dentro da repetição j ; e ε_{ijk} é o erro experimental associado à observação Y_{ijk} , assumindo independente e identicamente distribuído, sob $\text{NID}(0, \sigma^2)$.

As expressões referentes às esperanças matemáticas dos quadrados médios foram consideradas análogas aquelas do delineamento em blocos completos. Desse modo, a esperança do quadrado médio do erro foi igual à variância do erro ($\hat{\sigma}^2$); e a esperança do quadrado médio de progênies foi igual a $\hat{\sigma}^2 + J\hat{\sigma}_p^2$, em que $\hat{\sigma}_p^2$ é a variância genética entre progênies S_2 (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

Para PG, foi obtida estimativa do coeficiente de herdabilidade no sentido amplo, em nível de médias de progênies S_2 (\hat{h}_p^2) e a resposta esperada com a seleção (R_s) pela expressão $R_s = ds \hat{h}_p^2$, em que ds é o diferencial de seleção entre a média das progênies selecionadas e a média da população (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes de variação experimental obtidos para produção de grãos (PROD), altura de plantas (ALT) e dias para o florescimento (FLO) foram iguais a 11,29%; 4,23%; e 2,19%, respectivamente (Tabela 1). Esses valores refletem uma satisfatória precisão experimental considerando-se a cultura, o caráter avaliado, o tamanho da parcela e o delineamento experimental adotado. Foi detectada a ocorrência de diferença significativa pelo teste F ($p \leq 0,01$) para o efeito de progênies, o que evidencia a presença de variabilidade genética na população para os três caracteres de interesse. O mesmo não ocorreu para o efeito de testemunhas, que apresentou diferença significativa ($p \leq 0,01$) somente para FLO, o que já era esperado em função dos diferentes ciclos das cultivares (precoce e médio).

Essa ampla variação fenotípica entre médias de progênies S_2 da população PIrga 1/Pr4, pode ser observada na Figura 1 para os três caracteres citados. Para PROD, isto de certa forma contribuiu para a menor média geral da população em 1.090 kg ha⁻¹ em relação a média das testemunhas. Porém, também contribuiu para o surgimento de transgressivos superiores para PROD, que nos próximos ciclos serão cada vez mais frequentes em função da segregação dos alelos favoráveis em maior concentração na população (Figura 1a). Neste ciclo, metade das progênies (acima da mediana) já apresentaram PROD semelhante ao intervalo de variação das médias das testemunhas (Figura 1a), com progênies superando a média da melhor testemunha para PROD (IRGA 424), como pode ser visto por meio das cinco melhores progênies para esse caráter (Figura 2). Cabe ainda ressaltar que dentro das progênies S_2 existe a presença de variância genética (aditiva e dominância), que implica na presença de genótipos com diferentes potenciais produtivos, além da presença do gene de macho-esterilidade que contribui para a redução da expressão do caráter PROD.

Para ALT, a média geral da população foi satisfatória e não diferiu da média das

testemunhas (Tabela 1). Além disso, metade das progênes da população Plrga 1/Pr/4 apresentou ALT semelhante ou inferior a testemunha mais alta (BR IRGA 410), com 95 cm, e 25% das progênes apresentaram ALT inferior as três testemunhas, demonstrando o potencial da população de gerar genótipos com porte baixo associado com alto potencial produtivo (Figura 1a e 1b).

Tabela 1. Graus de liberdade, quadrado médio, coeficiente de variação experimental ($CV\%$), média geral (\bar{M}), média das testemunhas (\bar{T}) e média das progênes S_2 (\bar{P}) das análises de variância para os caracteres: produção de grãos (PROD; kg ha^{-1}), altura de plantas (ALT; cm) e dias para o florescimento (FLO; DAE).

FV	GL	PROD	ALT	FLO
		QM	QM	QM
Repetições (R)	1	45.828.210 **	7,692 ^{ns}	118,50 **
Blocos/R	14	1.283.527 ^{ns}	12,297 ^{ns}	9,36 **
Genótipos (G)	103	2.120.884 **	51,329 **	47,79 **
Progênes (P)	100	2.091.035 **	52,559 **	47,16 **
Testemunhas (T)	2	792.302 ^{ns}	13,408 ^{ns}	75,14 **
Tipo (P vs T)	1	6.235.689 **	0,791 ^{ns}	15,67 *
Erro intrablocos	89	810.895	15,653	3,08
$CV\%$		11,29	4,23	2,19
\bar{M}		7.975	93,6	80,2
\bar{T}		9.034 A	93,2 A	81,9 A
\bar{P}		7.944 B	93,6 A	80,1 B

^{ns}, * e **: teste F não significativo, significativo a 5% e 1%, respectivamente; e

Médias seguidas de letras distintas são diferentes ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para FLO, a população Plrga 1/Pr/4 apresentou potencial para a geração de genótipos de ciclo médio para precoce, pois praticamente todas as progênes tiveram ciclo semelhante ou inferior a testemunha de ciclo médio, IRGA 424 (Figura 1c), sendo que apenas dois genótipos (*outliers*) apresentaram ciclo superior a esta. Esse comportamento apresentado pelas progênes é importante em termos genéticos pelo fato da produtividade média das mesmas ter sido elevada, pois geralmente os caracteres PROD e FLO apresentam correlação genética positiva.

Para índice de centro branco dos grãos, 20 progênes (19,8%) apresentaram valores iguais ou inferior as melhores testemunhas (BR IRGA 410 e IRGA 417) com valor de 0,4. IRGA 424 apresentou valor de 0,7, o qual 43 progênes (42,6%) da população tiveram o mesmo valor ou inferior.

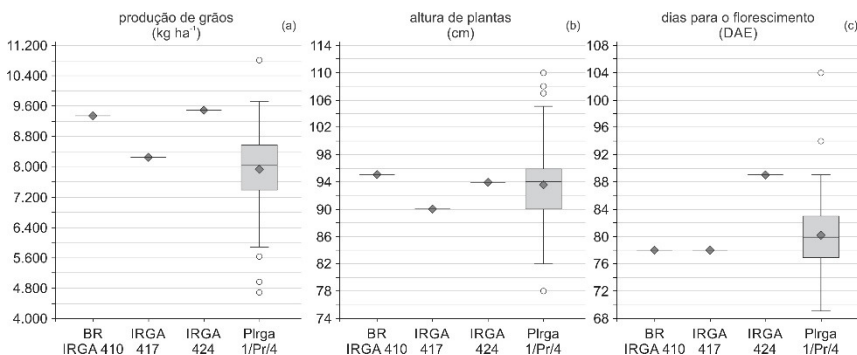


Figura 1. Boxplots das médias das progênes S_2 da Plrga 1/Pr/4, e médias individuais das testemunhas, para os caracteres produção de grãos (kg ha^{-1}), altura de plantas (cm) e dias para o florescimento (DAE).

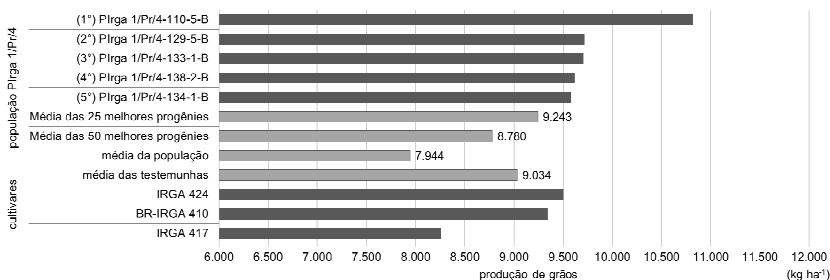


Figura 2. Para o caráter produção de grãos (kg ha⁻¹): média das cinco melhores progênies S₂ da Pirga 1/Pr/4; média geral e média das 25 e das 50 melhores progênies S₂ da Pirga 1/Pr/4; média geral e médias individuais das testemunhas.

Por fim, para uma intensidade de seleção de 25%, a média das progênies selecionadas foi 9.243 kg ha⁻¹, enquanto a média das 50 melhores foi de 8.780 kg ha⁻¹, que representa a quantidade a ser selecionada para recominação da população. Tais resultados levaram a uma R_s de 795 kg ha⁻¹ (10,00%) e 512 kg ha⁻¹ (6,44%), respectivamente, considerando que a \hat{h}_p^2 foi igual a 61,22%. Assim, mesmo inflacionados pela interação progênie x local, esses resultados ainda foram muito satisfatórios.

CONCLUSÃO

Os resultados das progênies S₂ da população Pirga 1/Pr/4, demonstraram satisfatórias médias e variabilidade para os caracteres avaliados visando o progresso genético com seleção. A variabilidade observada para produção de grãos, oferece boas perspectivas para o Programa de Melhoramento Genético do IRGA selecionar genótipos com produtividades superiores àquelas obtidas atualmente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL. **Anuário estatístico da agricultura brasileira**. Arroz. São Paulo: FNP - Consultoria e Comércio, 2015. p.153-162.
- COCHRAN, W. G.; COX, G. M. (Ed.). **Experimental design**. New York: John Wiley & Sons, 1996, 611 p.
- MORAIS, O. P.; FAGUNDES, P. R. R.; MAGALHÃES-JÚNIOR, A. M.; MOURA-NETO, F. P.; MARSCHALECK, R.; NEVES, P. F. C.; COLOMBARI-FILHO, J. M.; SOARES, D. M.; SEVERO, A. C. M.; SOUZA, J. A. C. Ganhos em dez anos de melhoramento da população elite de arroz irrigado da Embrapa na Região Subtropical. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 8., 2013, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM; Porto Alegre: Sosbai, 2013. URL: <http://www.cbai2013.com.br/cdonline/docs/trab-2589-319.pdf>
- RANGEL, P.H.N. et al. Selección Recurrent aplicada al arroz de Riego em Brasil. In: Guimarães, E.P. (Ed. Selección recurrent en arroz. Cali: Centro Nacional de Agricultura Tropical, 1997. p. 3-11. (Publicacion CIAT, n. 267).
- SOSBAI. **SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO**. Arroz Irrigado: Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil. Gravatal-SC: SOSBAI, 2012, 176 p.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto, SP: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.

DESEMPENHO PRODUTIVO E AGRONÔMICO DE LINHAGENS E CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO EM ENSAIO DE VCU NO ESTADO DE SÃO PAULO

Francisco Pereira Moura Neto¹; Paula Pereira Torga²; José Manoel Colombari Filho²; Glênio Wilson de Souza³; Geraldo José Aparecido Dario⁴; Plínio César Soares⁵; Orlando Peixoto de Moraes²; Péricles de Carvalho Ferreira Neves²

Palavras-chave: *Oryza sativa* L.; melhoramento genético; arroz tropical; cultivares.

INTRODUÇÃO

O estado de São Paulo, maior centro consumidor de arroz no Brasil, vem reduzindo nas últimas décadas o seu cultivo e, atualmente, sua área cultivada é cerca de 17,5 mil hectares, valor que representa menos de 1% da área brasileira semeada com o cereal (AGRIANUAL, 2015). Sugere-se que a causa principal seja a concorrência com outras atividades agrícolas mais rentáveis. A pesquisa em melhoramento genético do arroz no país vem contribuindo com o desenvolvimento de cultivares mais adaptadas, representando novas opções para uso no estado de São Paulo, principalmente no Vale do Paraíba, onde existe potencial e expectativa de resultados mais competitivos na atividade orizícola.

O programa de avaliação e seleção de linhagens para cultivo nesse Estado, realizado pela Embrapa Arroz e Feijão e a Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), visa identificar o Valor de Cultivo e Uso (VCU) de linhagens e novas cultivares disponibilizadas pelos programas públicos de melhoramento de arroz. O registro de uma nova cultivar para determinada área é feito baseado no seu desempenho agronômico nos ensaios de VCU. Tal atividade é uma ação continuada de pesquisa que acumula resultados ao longo dos anos e permite incluir ou excluir genótipos que sejam mais ou menos promissores. Caracteriza-se, então, como uma oportunidade à experimentação de genótipos de diversas origens ou de diversos programas de pesquisa, sempre em benefício dos produtores.

O objetivo do presente trabalho é informar o desempenho produtivo das melhores alternativas atuais de linhagens de arroz irrigado, integrantes do ensaio VCU do ano agrícola 2013/14, conduzido no estado de São Paulo, bem como suas características agronômicas e de qualidade de grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio VCU, safra 2013/14, foi constituído por treze linhagens/cultivares e duas testemunhas, BRS Fronteira e BRS Ourominas, oriundas da pesquisa de melhoramento da Embrapa e instituições parceiras. Os experimentos foram conduzidos no estado de São Paulo, nos municípios de Guaratinguetá, Pindamonhangaba e Tremembé, os quais representam a região produtora de arroz do Estado. O delineamento utilizado foi o de blocos completos casualizados com quatro repetições. As parcelas foram compostas de oito linhas de 5 m, espaçadas de 17 cm. A área útil para a coleta dos dados foi de 3,4 m². Foram avaliados os caracteres produtividade de grãos (kg ha⁻¹); número de dias para florescimento; estatura de plantas (cm); o rendimento de grãos no beneficiamento, além do acamamento e reação a doenças em notas atribuídas de 1 a 9, com as menores notas representando os melhores desempenhos. Os dados foram submetidos à análise de variância individual e conjunta, utilizando-se o programa SAS[®] (SAS, 2012) e, às médias

1 Mestre em Fitotecnia, Embrapa Arroz e Feijão, 75375-000, Caixa Postal 179, Santo Antônio de Goiás, GO, francisco.moura@embrapa.br (autor correspondente)

2 Doutor(a), Pesquisador(a) da Embrapa Arroz e Feijão

3 Diretor do Núcleo de Produção de Sementes de Taubaté, SP, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI)

4 Professor Doutor, Universidade de São Paulo, Departamento de Produção Vegetal (ESALQ/USP)

5 Doutor, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG)

aplicou-se o teste de Tukey ($P < 0,05$) para discriminação do desempenho dos tratamentos entre locais e dentro de cada local.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os baixos valores dos coeficientes de variação (CV), de 5,9 a 8,1%, revelam adequada precisão na condução dos experimentos (TABELA 1). Observou-se interação significativa entre genótipos e locais ($p < 0,05$), o que já era esperado. Bem como, sua ocorrência foi favorável, pois significa que na amostra de locais, houveram diferenças ambientais que influenciaram na expressão do desempenho de cada genótipo em cada local. Isto contribui para selecionar os genótipos mais estáveis e de melhor desempenho médio para o estado de São Paulo. Ou seja, deseja-se selecionar genótipos para uma macrorregião e não para um local específico a fim de maximizar a capitalização da interação entre genótipos e ambientes. A produtividade média de grãos das linhagens variou de 7.266 kg ha⁻¹ (AB09007) a 10.073 kg ha⁻¹ (SCS 118 Marques). Entre locais, a maior produtividade de grãos foi observada em Tremembé e a menor em Pindamonhangaba. Em Tremembé os genótipos mais produtivos foram SCS 118 Marques, EPAGRI 109, AB10501, BRS Fronteira e SCS 114 Andosan. Esses genótipos, invariavelmente, tiveram desempenho superior também nos outros dois locais testados. Em Pindamonhangaba acrescenta-se, com mesmo desempenho produtivo, os genótipos BRS Ourominas, AB10572, AB040076 e BRS Querência. Em Guaratinguetá apenas quatro genótipos - AB11548, AB11564, AB11551 e AB09007, tiveram estatisticamente desempenho produtivo inferior aos demais.

Com base nesses dados pode-se sugerir como promissora, quanto à produtividade de grãos para cultivo no estado de São Paulo, comparativamente as testemunhas BRS BRS Fronteira e BRS Ourominas, a linhagem AB10501, além de SCS 118 Marques, EPAGRI 109 e SCS 114 Andosan, que já são cultivares recomendadas para Santa Catarina e recentemente tiveram sua recomendação estendida para o estado de São Paulo.

Tabela 1. Produtividades médias (Kg ha⁻¹) de genótipos avaliados no VCU em três locais no estado de São Paulo, safra 2013/14. Embrapa Arroz e Feijão. 2014.

Genótipo	Guaratinguetá	Pindamonhangaba	Tremembé	Média*
SCS 118 Marques	10.353a	7.140a b	12.727a	10.073a
EPAGRI 109	10.494a	7.395a	11.586a	9.825ab
AB10501	9.801a b	6.948a b	12.633a	9.794ab
BRS Fronteira	9.602a b	6.738a b	12.766a	9.702ab
SCS 114 Andosan	9.428a b	6.685a b	11.750a	9.288 b
BRS Ourominas	9.685a b	6.869a b	9.719 b	8.758 bc
AB10572	10.257a b	7.163a b	8.649 bc	8.689 bc
BRA040076	10.012a b	6.996a b	8.829 bc	8.612 bc
BRS Querência	9.145a bc	6.475a b	9.617 bc	8.412 c
SCS 117 CL	8.981a bc	6.371 b	8.899 bc	8.083 cd
AB09023	9.139a bc	6.361 b	8.438 c	7.979 cd
AB11548	8.293 c	5.824 b	9.508 bc	7.875 cd
AB11564	8.119 c	5.648 b	9.516 bc	7.761 cd
AB11551	8.868 bc	6.219 b	7.844 c	7.644 d
AB09007	8.130 c	5.708 b	7.961 c	7.266 d
Média*	9.353B	6.569C	10.029A	8.651
CV	8,1	7,1	5,9	7,1

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação aos parâmetros agrônômicos (TABELA 2) houve diferenças marcantes de ciclo (dias para a floração) que variaram de genótipos mais precoces – oito genótipos, em torno de 70-80 dias, a mais tardios – cinco, acima de 100 dias. Todos, porém, dentro de uma faixa de boa adaptação aos locais. Vale destacar que o genótipo AB10501, referido acima como um dos mais produtivos, apresenta ciclo precoce (78 dias para floração), podendo ser opção para tal característica. Não foram identificados problemas de

acamamento. A baixa estatura de plantas, representada pela estatura média de colmos (Est), de 70,3 cm, indica genótipos com boa resistência a acamamento, mesmo quando cultivados em áreas mais férteis do ambiente em questão. Quanto a reação às principais doenças, as notas médias, relativamente altas, de 4,5 e 5,4, obtidas, respectivamente, para brusone na folha (BF) e Mancha de grãos (MG), revelam uma preocupação da pesquisa, pois, apesar dos esforços na busca de maior resistência genética, o produtor ainda não conta com cultivares suficientemente resistentes. Assim, não é possível dispensar ações preventivas envolvendo defensivos, principalmente nas condições tropicais do Brasil. Para os resultados de rendimento de grãos inteiros e renda do benefício, características muito importantes de valorização do produto pela indústria, consideram-se aceitáveis os resultados obtidos, ressaltando-se, porém, que sendo uma característica extremamente influenciada por fatores de clima e de ataque de doenças ou insetos-praga, necessita-se de mais avaliações para resultados conclusivos.

Tabela 2. Comportamento médio para floração 50% (Flo), Estatura do colmo (Est), acamamento (Aca), Brusone na folha (BF), mancha de grãos (MG) e percentual de rendimento de grãos inteiros e Renda do benefício (Int, Rb) dos genótipos avaliados no ensaio VCU em São Paulo, municípios de Guaratinguetá, Pindamonhangaba e Tremembé, safra 2013/14. Embrapa Arroz e Feijão. 2014.

Genótipo	Flo (dias)	Est (cm)	Aca* (1-9)	BF* (1-9)	MG* (1-9)	Int (%)	Rb (%)
SCS 118 Marques	116	70	1	4,5	3,5	47,8	65,7
EPAGRI 109	113	75	1	4,5	4	51,0	66,1
AB10501	78	61	1	4	4	55,8	68,3
BRS Fronteira	90	69	1	4,5	7	56,9	66,7
SCS 114 Andosan	114	74	1	3,5	3	54,9	68,1
BRS Ourominas	106	74	1	4,5	3,5	52,3	66,5
AB10572	82	68	1	4,5	7	54,1	67,9
BRA040076	74	74	1	4,5	7	53,9	68,1
BRS Querência	77	77	1	4,5	5,5	47,0	65,6
SCS 117 CL	110	75	1	6	5,5	53,2	65,6
AB09023	79	68	1	1,5	4,5	48,5	66,9
AB11548	79	61	1	5	7,5	58,5	70,0
AB11564	84	74	1	5,5	6	53,7	66,7
AB11551	76	71	1	6	6	55,2	68,8
AB09007	78	63	1	5	6,5	56,0	70,2
Médias	90	70	1	4,5	5,4	53,2	67,4

*Avaliações em notas atribuídas de 1 a 9, onde menores notas revelam melhores desempenhos.

CONCLUSÃO

Dentre as linhagens testadas, comparativamente às testemunhas BRS Fronteira e BRS Ourominas, apresentaram-se com melhor desempenho para cultivo no estado de São Paulo: AB10501, SCS 114 Andosan, SCS 118 Marques e EPAGRI 109. Indica-se como potencial de nova cultivar a primeira, com destaque para sua precocidade, e confirma-se a boa performance das três últimas, que já tiveram recentemente a extensão de recomendação para o estado de São Paulo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL: **Anuário estatístico da agricultura brasileira**. Arroz. São Paulo: FNP - Consultoria e Comércio, 2015. p.153-162.
SAS Institute. **SAS/STAT 9.2 user's guide**. SAS Inst., Cary, NC. 2012.

EFEITO DE BAIXAS TEMPERATURAS NA FASE DE MICROSPOROGÊNESE EM GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO

Natalia Maria de Souza¹; Luis Sangoi²; Rubens Marschalek³; Ronaldir Knoblauch³; Fernando Panison⁴; Luciele Leolato⁵; Murilo Miguel Durli⁵; Allan Diego Fistarol⁵

Palavras-chave: *Oryza sativa*. Esterilidade. Emborrachamento. Frio.

INTRODUÇÃO

A temperatura é um dos fatores climáticos de maior importância para o crescimento, desenvolvimento e rendimento na cultura do arroz. Em todo o ciclo da cultura, a fase da microsporogênese é a mais sensível à ocorrência de frio, podendo reduzir drasticamente a produtividade e ser um limitante para a cultura (SOSBAI, 2014).

Na região Sul, onde estão os maiores produtores de arroz do Brasil (Rio Grande do Sul e Santa Catarina), a ocorrência de baixas temperaturas durante o cultivo é comum. Como não há alternativas plausíveis para controlar as variações climáticas é necessário encontrar maneiras de escape para reduzir as perdas de produtividade causadas pela ocorrência indesejada do frio. Entre estas alternativas está a obtenção de cultivares tolerantes. Desta forma, é importante a condução de experimentos que forneçam subsídios para identificar genótipos tolerantes, mitigando a redução da produtividade com a ocorrência do frio nesta etapa crítica para a cultura.

Este trabalho foi conduzido objetivando avaliar o efeito da redução da temperatura na fase da microsporogênese sobre a esterilidade de espiguetas e o rendimento de grãos em genótipos de arroz irrigado produzidos pela Epagri, bem como, identificar materiais tolerantes a ocorrência de baixas temperaturas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Itajaí-SC, na Estação Experimental da Epagri, durante o ano agrícola de 2013/14. A implantação do ensaio foi feita em baldes, com utilização de ambiente controlado (câmara de crescimento e casa de vegetação).

O delineamento foi o inteiramente casualizado em esquema multifatorial e três repetições. O primeiro fator correspondeu aos genótipos utilizados: três linhagens (SC 491, SC 676 e SC 681) e dois cultivares (Epagri 109 e SCS 116 Satoru). O segundo fator, as temperaturas: 9, 12, 15, 18 e 21°C, as quais cada genótipo foi submetido por três dias na fase da microsporogênese. Para cada tratamento, foi mantida uma testemunha à temperatura ambiente, correspondendo ao terceiro fator. Assim, totalizaram-se 150 unidades experimentais no ensaio (5 x 5 x 3 x 2).

Foram semeadas 12 sementes por balde, quando as plantas atingiram o estágio V2 da escala de Counce et al. (2000), realizou-se o primeiro desbaste, deixando-se quatro plântulas por balde. Um segundo desbaste foi realizado quando as plantas alcançaram o estágio V6, deixando-se duas plantas por balde.

Os baldes ficaram na casa de vegetação do estágio S0 até o R2 (semeadura ao emborrachamento). Em R2, foram marcados seis perfilhos por balde, na fase da microsporogênese. Esta fase foi identificada pelo acompanhamento fenológico das plantas utilizando metodologia descrita por Yoshida (1981), que a caracterizou considerando a distância da lígula da folha bandeira e da penúltima folha entre -3 cm (lígula da folha bandeira 3 cm abaixo da lígula da penúltima folha) e 10 cm (lígula da folha bandeira 10 cm

¹ Eng. Agr., Mestranda em Produção Vegetal, CAV-Udesc, R. Julia Castelo Koeche, nº 128, Lages – SC, CEP 88509-030. naty_natynatalia@hotmail.com.

² Eng. Agr., Ph.D, Professor titular do Departamento de Agronomia, CAV-Udesc.

³ Eng. Agr., Dr., Pesquisador da Epagri – Estação Experimental de Itajaí.

⁴ Eng. Agr., Doutorando, CAV-Udesc.

⁵ Eng. Agr. Mestrando, CAV-Udesc.

acima da lígula da penúltima folha). Como os perfilhos não atingem ao mesmo tempo esta fase, eles foram marcados quando a distância entre as lígulas estavam entre -1 cm e 2 cm.

Após marcação, os baldes correspondentes as temperaturas foram transferidos para a câmara de crescimento para aplicação dos regimes térmicos por três dias, enquanto que as testemunhas, também marcadas, permaneceram na casa de vegetação. Após os três dias, os baldes retornaram para a casa de vegetação, onde permaneceram até o momento da colheita. Finalizado o ciclo da cultura, realizou-se a colheita das panículas marcadas individualmente e do restante das plantas em bulk/balde. Em seguida, realizou-se debulha das panículas e a separação, contagem e pesagem dos grãos cheios e vazios, determinando-se, o percentual de esterilidade e o rendimento para cada tratamento.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F, ao nível de significância de 5%. Quando os valores foram significativos, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, também ao nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância para o caráter esterilidade de grãos dos bulks evidenciou que houve interação tripla (genótipo x temperatura x estresse térmico/testemunha), indicando que cada material respondeu de maneira diferenciada, conforme variação de temperatura e aplicação ou não do estresse térmico. Sendo assim, houve necessidade do desdobramento desta interação, a fim de avaliar a influência destes fatores para cada genótipo (Tabela 1).

Tabela 1. Percentagem de esterilidade dos bulks em genótipos de arroz irrigado sob diferentes temperaturas, em relação à testemunha. Itajaí – SC, 2013/2014.

Esterilidade dos Bulks (%)						
	Epagri 109	SC 491	SC 676	SC 681	SCS 116 Satoru	MÉDIA
9°C F	100,00 aA	100,00 aA	43,33 bA	100,00 aA	33,47 bABC	75,36
9°C T	13,20 aC	18,30 aCD	24,60 aAB	18,73 aCD	14,27 aC	17,82
12°C F	22,10 bBC	47,90 aB	38,47 abAB	35,83 abBCD	39,50 abAB	36,76
12°C T	17,97 aBC	14,30 aD	17,20 aB	16,47 aD	13,83 aC	15,95
15°C F	30,97 aBC	39,53 aBC	26,97 aAB	40,83 aBC	47,47 aA	37,15
15°C T	30,60 aBC	19,87 aCD	31,23 aAB	22,70 aBCD	20,60 aBC	25,00
18°C F	29,37 abBC	41,30 aBC	19,57 bAB	45,13 aB	33,73 abABC	33,82
18°C T	39,63 aB	35,97 aBCD	41,27 aAB	31,10 aBCD	35,33aABC	36,66
21°C F	28,17 aBC	34,23 aBCD	25,80 aAB	29,63 aBCD	31,93 aABC	29,95
21°C T	27,37 aBC	29,00 aBCD	36,60 aAB	22,33 aBCD	28,03 aABC	28,67
MÉDIA	33,94	38,04	30,50	36,27	29,82	
CV% = 27,15						

*Letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas iguais na coluna não diferem significativamente a 5% no teste de Tukey.

Todos os genótipos apresentaram percentuais de esterilidade similares ao da testemunha quando submetidos à 21°C na fase da microsporogênese. Isto indica que os genótipos não sofreram estresse térmico nesta temperatura.

A temperatura de 9°C foi a mais crítica para os materiais, causando esterilidade de 100% na Epagri 109, SC 491 e SC 681, 43,33% na SC 676 e 33,47% para o cultivar SCS 116 Satoru. A menor percentagem de esterilidade apresentada pelo cultivar SCS 116 Satoru na temperatura de 9°C contrariou a expectativa teórica do trabalho, pois este cultivar foi escolhido em função da sua sensibilidade ao frio apresentada em trabalhos conduzidos por Marschalek et al. (2013). Para 12°C, houve diferença significativa entre o cultivar Epagri 109 e a linhagem SC 491, que apresentaram menor e maior esterilidade, respectivamente. À 18°C, a linhagem SC 676 foi a que apresentou menor esterilidade, juntamente com os cultivares Epagri 109 e SCS 116 Satoru. Nas temperaturas de 15 e 21°C não houve diferença entre os materiais em relação ao percentual de esterilidade registrado nos bulks.

A esterilidade nas panículas colhidas separadamente apresentou interação dupla (genótipo x estresse térmico/testemunha e temperatura x estresse térmico/testemunha), indicando que quando foi aplicado estresse térmico, os genótipos e as temperaturas separadamente responderam de maneira diferenciada das testemunhas (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2. Percentagem de esterilidade das panículas em genótipos de arroz irrigado em relação à testemunha, considerando a média de cinco temperaturas. Itajaí – SC, 2013/2014.

Esterilidade das Panículas (%)						
	Epagri 109	SC 491	SC 676	SC 681	SCS 116 Satoru	MÉDIA
Estresse Térmico	43,02 bcA	59,47 aA	39,66 cA	54,94 abA	55,27 abA	50,47
Testemunha	24,07 aB	23,75 aB	29,78 aB	21,05 aB	23,21 aB	24,37
MÉDIA	33,55	41,61	34,72	37,99	39,24	
CV% = 33,02						

*Letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas iguais na coluna não diferem significativamente a 5% no teste de Tukey.

Tabela 3. Percentagem de esterilidade de panículas em arroz irrigado sob diferentes temperaturas em relação à testemunha, considerando a média de cinco genótipos. Itajaí – SC, 2013/2014.

Esterilidade das Panículas (%)						
	9°C	12°C	15°C	18°C	21°C	MÉDIA
Estresse Térmico	98,25 aA	51,20 bA	40,71 bcA	34,34 cdA	27,86 dA	50,47
Testemunha	17,29 bB	18,45 bB	23,61 abB	36,06 aA	26,45 abA	24,37
MÉDIA	57,77	34,82	32,16	35,20	27,15	
CV% = 33,02						

*Letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas iguais na coluna não diferem significativamente a 5% no teste de Tukey.

Considerando as panículas marcadas, os materiais não submetidos ao estresse térmico apresentaram o mesmo percentual de esterilidade, independente do genótipo (Tabela 2). Em contrapartida, nos materiais submetidos às temperaturas, a maior esterilidade foi registrada nas linhagens SC 491, SC 681 e no cultivar SCS 116 Satoru. A linhagem SC 676 apresentou a menor percentagem de esterilidade. Todos os genótipos apresentaram maior esterilidade quando sofreram estresse térmico do que suas testemunhas. A Tabela 3 mostra que, independente do genótipo avaliado, a temperatura de 9°C foi a que promoveu maior esterilidade, seguida por 12 e 15°C. As temperaturas de 18 e 21°C não diferiram de suas testemunhas, mostrando que o nível de estresse por elas provocado foi baixo.

A produtividade dos bulks foi afetada pela interação dupla (temperatura x estresse térmico/testemunha), indicando diferença quando da aplicação do estresse térmico sob diferentes temperaturas. Na Tabela 4 pode-se observar o desdobramento desta interação.

Tabela 4. Produtividade dos bulks de arroz irrigado sob diferentes temperaturas em relação à testemunha, considerando a média de cinco genótipos. Itajaí – SC, 2013/2014.

Produtividade dos Bulks (g balde ⁻¹)						
	9°C	12°C	15°C	18°C	21°C	MÉDIA
Estresse Térmico	1,24 dB	15,13 cB	38,37 bB	51,57 aA	45,82 abA	30,43
Testemunha	43,87 bA	54,83 aA	49,03 abA	46,13 abA	52,21 abA	49,21
MÉDIA	22,55	34,98	43,70	48,85	49,01	
CV% = 25,92						

*Letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas iguais na coluna não diferem significativamente a 5% no teste de Tukey.

Não houve diferença na produtividade dos bulks dos cinco genótipos. Apenas as diferentes temperaturas, juntamente com o fator estresse térmico/testemunha, foram responsáveis pelas variações da produtividade. Esta variável respondeu inversamente à diminuição de temperatura. Assim, as menores produtividades foram registradas nas temperaturas de 9°C e 12°C. Quando as temperaturas aplicadas foram de 18 e 21°C, não houve diferença de produtividade dos materiais com suas respectivas testemunhas.

Na produtividade das panículas, houve interação dupla (genótipo x estresse térmico/testemunha e temperatura x estresse térmico/testemunha), indicando que com estresse térmico, os tratamentos comportaram-se diferentemente das testemunhas (Tabelas 5 e 6).

A Tabela 5 mostra que, para a linhagem SC 676, não houve diferença na produtividade com ou sem aplicação de estresse térmico, ao contrário dos demais genótipos, que diminuíram seu rendimento quando sofreram com a aplicação das temperaturas. Em função

disto, o genótipo que apresentou maior produtividade, quando submetido ao estresse térmico, foi a linhagem SC 676, que diferiu significativamente dos demais materiais.

Tabela 5. Produtividade das panículas dos genótipos de arroz irrigado em relação à testemunha, considerando a média de cinco temperaturas. Itajaí – SC, 2013/2014.

Produtividade das Panículas (g panícula ⁻¹)						
	Epagri 109	SC 491	SC 676	SC 681	SCS 116 Satoru	MÉDIA
Estresse Térmico	1,49 bB	1,37 bB	2,12 aA	1,21 bB	1,13 bB	1,46
Testemunha	2,41 abA	2,87 aA	2,36 abA	2,31 bA	2,28 bA	2,45
MÉDIA	1,95	2,12	2,24	1,76	1,70	
CV% = 26,11						

*Letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas iguais na coluna não diferem significativamente a 5% no teste de Tukey.

Tabela 6. Produtividade das panículas de arroz irrigado em relação à testemunha, considerando a média de cinco genótipos. Itajaí – SC, 2013/2014.

Produtividade das Panículas (g panícula ⁻¹)						
	9°C	12°C	15°C	18°C	21°C	MÉDIA
Estresse Térmico	0,04 cB	0,83 bB	1,89 aB	2,20 aA	2,36 aA	1,46
Testemunha	2,67 aA	2,22 aA	2,74 aA	2,25 aA	2,35 aA	2,45
MÉDIA	1,35	1,52	2,31	2,22	2,35	
CV% = 26,11						

*Letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas iguais na coluna não diferem significativamente a 5% no teste de Tukey.

Na Tabela 6 verifica-se que a produtividade final respondeu diretamente ao aumento da temperatura. Desta forma, quando houve aplicação das menores temperaturas, a produtividade foi reduzida. Quando as temperaturas aplicadas foram de 18 e 21°C, não houve diferença de produtividade dos materiais com suas respectivas testemunhas.

CONCLUSÕES

1. As maiores taxas de esterilidade e menores produtividades foram observadas quando as plantas foram submetidas às temperaturas de 9°C e 12°C na microsporogênese.
2. Nas temperaturas de 18 e 21°C o comportamento das plantas assemelhou-se com os das suas testemunhas.
3. A linhagem SC 676 apresentou maior tolerância às baixas temperaturas do que os demais genótipos, mostrando-se promissora para gerar um cultivar que apresente desempenho agrônomo adequado para regiões propensas ao frio no sul do Brasil.

AGRADECIMENTOS

À Epagri-EEI, por toda infraestrutura necessária para realização do trabalho. À FAPESC e CNPq pelo apoio financeiro a realização do trabalho através do edital 022/2010 Repensa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COUNCE, P. A. et al. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 4, p. 436-443, 2000.
- MARSHALEK, Rubens et al. Seleção de genótipos de arroz irrigado adaptados à região de elevada altitude, sujeita a baixas temperaturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria, RS: Pallotti, 2013. 1v. p. 181-184.
- SOSBAI. **Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Bento Gonçalves: SOSBAI, 2014. 192 p.
- YOSHIDA, Shouichi. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: International Rice Research Institute, 1981. 279 p.

ENSAIO REGIONAL DE LINHAGENS DE ARROZ IRRIGADO DO PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DA EMBRAPA NO RS – SAFRA 2014/2015

Matheus Plantikow Huber¹, Eduardo Anibele Streck², Gabriel Almeida Aguiar², Tuise Krüger³, Ariano Martins de Magalhães Júnior⁴, Paulo Ricardo Reis Fagundes⁴, Daniel Fernandes Franco⁴

Palavras-chaves: produtividade, *Oryza sativa* L., ciclo, estatura de plantas

INTRODUÇÃO

O arroz é um dos alimentos mais importantes para consumo humano. É a base alimentar para mais de três bilhões de pessoas. É o segundo cereal mais cultivado no mundo, ocupando uma área aproximada de 158 milhões de hectares (ha). A produção mundial na safra 2014/2015 foi de 741,3 milhões de toneladas de grãos em base casca, sendo, deste total, 494,4 milhões de toneladas de arroz beneficiado (FAO, 2015). No Brasil, a produção foi de 12,5 milhões de toneladas, numa área de 2,3 milhões de ha, sendo o Rio Grande do Sul responsável por 68,8% da produção brasileira (8,6 milhões de toneladas), apresentando produtividade média de 7700 kg ha⁻¹ (CONAB, 2015).

Programas de melhoramento genético têm como objetivo desenvolver cultivares, que apresentem uma ampla adaptabilidade e estabilidade, elevada produtividade, juntamente com as características agrônômicas aceitáveis e industriais adequadas (MAGALHÃES JR. et al, 2003). No entanto, esse é um trabalho árduo, pois inclui várias etapas, como seleção de genitores, hibridação, seleção de plantas, condução de linhas até a homozigose, ensaios preliminares, regionais e avançados, multiplicação de sementes e lançamento da nova cultivar (CARVALHO et al., 2008).

O Ensaio Regional de linhagens de arroz irrigado tem como objetivo selecionar genótipos que apresentam alta adaptabilidade e estabilidade nos diversos locais em que são cultivadas, expressando assim, elevada produção de grãos, associada a caracteres agrônômicos de interesse, como; boa qualidade industrial e resistência a estresses bióticos e abióticos. Frente ao exposto, o objetivo do estudo foi avaliar as linhagens elite do Ensaio Regional (ER) e selecionar os melhores genótipos para serem conduzidos futuramente no ensaio de Valor Cultivo e Uso o (VCU).

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2014/2015, sendo implementado em três locais: Capão do Leão, Alegrete e Uruguiana, localizados no estado do Rio Grande do Sul. Foram avaliados 36 genótipos do Ensaio Regional, destes 34 eram linhagens do programa de melhoramento genético da Embrapa, sendo as cultivares IRGA 417, de ciclo precoce, e BRS 7 “Taim”, de ciclo médio, utilizadas como testemunhas. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com três repetições em cada local. A unidade experimental foi constituída de uma parcela com 6 linhas de 5 m, espaçadas 0,17m, sendo a área útil da parcela foi de 2,8 m².

O manejo do solo, adubação, controle de pragas, doenças e plantas daninhas foi de acordo com as recomendações técnicas de cultivo do arroz irrigado (SOSBAI, 2014). Os caracteres avaliados foram produtividade grãos (kg ha⁻¹), ciclo da emergência até a floração (dias) e estatura de planta (cm). Os dados foram submetidos à análise de variância e posterior comparação de médias pelo teste de Tukey (p<0,05). As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico Genes (CRUZ, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as análises de variância para os caracteres avaliados. Pode-se observar que para os caracteres produtividade e ciclo houve diferença significativa para local, genótipo, local x genótipo, tratamentos e blocos. Já para o caráter estatura de planta não houve diferença significativa para a interação entre local e genótipos.

Tabela 1. Quadrado médio da análise de variância para os caracteres produtividade de grãos (kg ha^{-1}), ciclo até a floração (dias) e estatura de planta (cm) em genótipos do ensaio regional de arroz irrigado. Embrapa Clima Temperado, 2015.

Caráter	Local(A)	Genótipo(B)	Quadrado médio			
			Interação AxB	Tratamento	Blocos	Resíduo
Produtividade	55437917*	150748272*	154914045*	361100691*	15231616*	120341860*
Ciclo	1953,35*	6945,44*	1379,76*	10278,56*	64,96*	791,04*
Estatura	29592,13*	7107,58*	2037,19	38736,90*	312,52*	5297,212*

*Significativo a 1% pelo teste F.

Na Tabela 2 são apresentadas as médias de ciclo, estatura de planta e produtividade dos genótipos para os três locais. O coeficiente de variação (CV), medida relativa de dispersão, que interfere no grau de concentração dos dados em torno da média (CARVALHO et al., 2004) foi classificado como baixo (7,67%), segundo Pimentel Gomes (1985).

Para o caráter ciclo, nota-se que os genótipos encontram-se igualmente divididos entre ciclo precoce e médio, sabendo-se que a maturação fisiológica ocorre em torno de 30 dias após a floração. A amplitude de ciclo até a floração foi de 79 a 92 dias. Os genótipos de ciclos mais tardios foram AB13707, AB14005, AB12546 e AB13005.

Para estatura de plantas, observa-se que, 16 genótipos apresentaram médias que variaram de 91 a 99 cm, estando de acordo com os padrões agrônômicos da cultura. Os demais genótipos, juntamente com as duas testemunhas apresentaram estatura superior a 100 cm, sendo os genótipos AB13005 e AB13708, os que apresentaram a maior estatura (108 cm).

Observa-se que os três locais apresentaram diferentes magnitudes médias de produtividade, no entanto os municípios de Capão do Leão e Uruguaiana não diferiram estatisticamente pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$), onde apresentou produtividade média de 9606 kg ha^{-1} e 9378 kg ha^{-1} , respectivamente. Já Alegrete apresentou média superior aos outros dois locais, diferindo estatisticamente deles. A média de produtividade no ensaio foi de 9777 kg ha^{-1} , sendo o genótipo AB13715 o mais produtivo e o genótipo AB13719 foi o de menor produção em magnitude, quando considerados os três locais simultaneamente. Na análise conjunta dos dados de rendimento médio 14 linhagens (39%) apresentaram média superior a do experimento, e destas 9 linhagens (25%) foram superiores a média da melhor testemunha (BRS 7^o Taim^o).

CONCLUSÃO

Com os resultados deste trabalho observa-se que o programa de melhoramento da Embrapa, trabalha com eficiência no melhoramento do arroz irrigado. As linhagens selecionadas apresentam boa produtividade e padrões agrônômicos desejáveis nessas regiões orizícolas do Rio Grande do Sul (RS). É possível selecionar linhagens para serem levadas ao ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCU), e posterior lançamento como novas cultivares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO F. I. F.; LORENCETTI, C.; MARCHIORO, V. S.; SILVA, A.S. (2008). **Condução de populações no melhoramento genético de plantas**. Pelotas. Editora Universitária. Segunda edição. 288p.

CONAB – Companhia Nacional de abastecimento. **Levantamento de safras – Grãos**. Disponível em:
http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_11_09_00_38_boletim_graos_junho_2015.pdf

CRUZ, C. D. GENES – a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **ActaScientiarum**.V. 35, n.3, p.271-276, 2013.

FAO – Food and Agriculture Organization. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>. Acesso em 16 de junho de 2015.

MAGALHÃES JR. A.M. de; FAGUNDES, P.R.; FRANCO, D.F. Melhoramento genético, biotecnologia e cultivares de arroz irrigado. In: MAGALHÃES JR. de, A.M.; GOMES, A. da S. Arroz irrigado: melhoramento genético, manejo do solo e da água e prognóstico climático. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, p.13-33, 2003. (Embrapa Clima Temperado: **Documentos**, 113).

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. São Paulo: Nobel, 1985. 467 p. Acesso em 16 de junho de 2015.

Tabela 2. Médias para os caracteres ciclo, estatura de plantas e produtividade de genótipos de arroz irrigado do Ensaio Regional no RS, safra 2014/15. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2015.

Genótipos	Ciclo (dias)	Estatura (cm)	Produtividade (kg ha ⁻¹)						
			Capão do Leão	Alegrete		Uruguaiana		Média	
AB13715	90	93	9558 bA-G	11395	aA-C	11895	aA	10949	a
AB13720	82	95	10467 aA-D	11406	aA-C	10448	aA-C	10774	a-b
AB14001	81	99	10624 aA-B	11536	Aab	10210	aA-D	10790	a-b
AB13687	91	104	10487 bA-D	11989	aA	9579	bA-E	10685	a-c
AB13691	81	91	10485 aA-D	11401	aA-C	9962	aA-E	10616	a-d
AB13689	89	96	11277 a-A	11057	aA-D	9117	bB-E	10484	a-e
AB13692	90	104	10666 abA-B	11505	aA-B	9285	bB-E	10485	a-e
AB13708	87	108	10307 aA-E	10406	a-G	10770	aAB	10494	a-e
AB13705	91	97	11003 aA-B	10802	aA-E	9304	bB-E	10369	a-f
BRS 7									
Taim	91	101	10263 aA-E	10520	aA-G	10009	aA-E	10264	a-g
AB13006	79	100	9422 aA-G	10744	aA-E	9705	aA-E	9957	a-h
AB12604	80	91	10545 aA-C	10265	aA-G	9234	aB-E	10015	a-h
AB13704	81	100	9088 bA-G	10942	aA-E	9654	abA-E	9895	a-h
AB13707	92	97	11010 aA-B	10427	aA-G	8132	bC-E	9856	a-h
AB13713	91	102	9258 bA-G	11348	aA-D	9561	bA-E	10056	a-h
AB13724	80	95	8692 bB-H	11041	aA-D	10018	abA-E	9917	a-h
AB14005	92	95	9860 aA-F	10348	aA-G	10023	aA-E	10077	a-h
AB14006	83	98	10349 aA-D	10265	abA-G	8879	bB-E	9831	a-h
AB13001	81	101	10728 aA-B	10588	aA-G	7715	bE	9677	a-i
AB13003	83	96	9086 bA-G	11286	aA-D	8912	bB-E	9761	a-i
AB12546	92	100	10162 aA-E	10109	aA-G	9028	aB-E	9766	a-i
AB13706	89	98	8213 bC-H	10000	aA-G	10770	aAB	9661	a-i
AB13712	85	103	9125 aA-G	9979	aA-G	9696	aA-E	9600	a-i
AB12625	90	106	10019 aA-F	10604	aA-G	8328	bC-E	9650	a-i
AB14004	85	95	9410 aA-G	9765	aA-G	9584	aA-E	9586	a-i
AB12676	79	92	9882 aA-F	9760	aA-G	8758	aB-E	9466	b-i
AB14002	79	99	9736 aA-F	9010	aD-G	9234	aB-E	9326	c-i
AB14003	82	105	10707 aAB	8640	bE-G	8786	bB-E	9377	c-i
AB13010	82	101	8945 aA-H	9343	aB-G	9523	aA-E	9271	d-i
AB12614	89	101	9118 aA-G	9045	aC-G	9225	aB-E	9129	e-j
IRGA 417	89	103	8158 bD-H	10661	aA-F	8496	bB-E	9105	f-j
AB13005	92	108	9571 aA-G	9406	Ab-G	8109	bC-E	9028	f-j
AB11502	90	103	7719 bF-H	10104	aA-G	9028	abB-E	8950	g-j
AB13718	85	107	7946 bE-H	8253	bG	10387	aA-C	8862	h-j
AB12660	81	103	6613 cH	10223	aA-G	8389	bB-E	8408	ij
AB13719	84	106	7311 aG-H	8323	aF-G	7866	aD-E	7834	j
Média	86	100	9606 b	10347	a	9378	b	9777	
CV (%)	7,67								

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

ENSAIOS PRELIMINAR E AVANÇADO DE LINHAGENS DE ARROZ IRRIGADO PARA TOLERÂNCIA AO FRIO NO RIO GRANDE DO SUL

Roberto Luis Weiler¹; Gabriela de Magalhães da Fonseca²; Mara Cristina Barbosa Lopes³

Palavras-chave: baixas temperaturas, melhoramento vegetal, *Oryza sativa*.

INTRODUÇÃO

O Programa de Tolerância a Temperaturas Baixas do IRGA desenvolve cultivares adaptadas às regiões mais frias do Rio Grande do Sul, visando alto potencial de rendimento de grãos e resistência a estresses bióticos e abióticos, considerando os padrões industriais e culinários aceitáveis pela atual demanda do consumidor brasileiro.

Os ensaios de rendimento são as últimas etapas do Programa de Melhoramento Genético de arroz irrigado do IRGA antes do lançamento de uma nova cultivar. Os Ensaios Preliminar e Avançado permitem uma avaliação detalhada dos caracteres morfofisiológicos das plantas, como: produtividade, ciclo e homogeneidade das populações, estatura de plantas, qualidade de grãos, reação a doenças, entre outras.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial produtivo de 20 linhagens em ensaio Preliminar e 12 linhagens em Ensaio Avançado obtidas por seleção na Estação Regional de Pesquisa do IRGA de Santa Vitória do Palmar.

MATERIAL E MÉTODOS

Os Ensaios Avançado e Preliminar de linhagens, conduzidos no ano agrícola de 2013/14, foram realizados na Estação Regional de Pesquisa do IRGA em Santa Vitória do Palmar. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições. O Ensaio Preliminar foi constituído por 16 genótipos, 12 linhagens elites e quatro testemunhas, e o Ensaio Avançado por 24 genótipos, sendo 20 linhagens elites e quatro testemunhas. As cultivares utilizadas como testemunhas foram: IRGA 417, IRGA 426, IRGA 424 e INIA OLIMAR.

As parcelas constituíram-se de dez linhas espaçadas em 0,17 m e com 5 m de comprimento, totalizando uma superfície de 8,75 m², com área útil de 5,44 m². A semeadura, com densidade de 350 sementes aptas m⁻². A adubação de base foi realizada na dose de 350 Kg ha⁻¹ de NPK (4-17-27) e a de cobertura com 120 Kg ha⁻¹ de N na forma de ureia (60 Kg antes da irrigação quando as plantas apresentavam três folhas e 60 Kg aos 50 dias após a emergência).

As características avaliadas foram produtividade de grãos (para o qual as amostras foram secas e limpas e a umidade ajustada para 13%), estatura de plantas (medida desde a base da planta até o ápice da panícula principal, em cm), ciclo (número de dias da emergência até 80% do florescimento), esterilidade de espiguetas (%), reação à brusone nas folhas e panícula. As características de qualidade avaliadas foram temperatura de gelatinização, índice de centro branco, teor de amilose e rendimento de grãos inteiros.

A análise estatística constituiu-se de análise de variância e comparação das médias de rendimento de grãos pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas no programa Statistical Analysis System (SAS, 2000).

¹ Doutor, Instituto Rio Grandense do Arroz - IRGA, Av. Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494, Cachoeirinha, RS CEP: 94930-030. roberto-weiler@irga.rs.gov.br

² Doutora, RiceTec

³ Mestre, Instituto Rio Grandense do Arroz – IRGA

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o Ensaio Preliminar de Linhagens, os resultados apresentados pela análise de variância (Tabela 1) permitem evidenciar diferenças significativas a 5% de probabilidade de erro pelo teste F, para genótipo na variável rendimento de grãos, indicando a existência de diferenças significativas entre as linhagens quanto ao potencial de rendimento.

Para a característica agrônômica produtividade de grãos pode-se observar uma média de 8.734 Kg ha⁻¹, com variação de 7.272 a 11.201 Kg ha⁻¹ (Tabela 1). Onze genótipos ficaram acima da média do ensaio, incluindo uma testemunha, a cultivar INIA OLIMAR. Os cruzamentos FL09723, FL04534, IRGA 4997 e IRGA 5231 destacaram-se no ensaio apresentando linhagens com produtividade de grãos acima da média geral do ensaio e da média das testemunhas, evidenciando que esses genótipos possuem uma melhor adaptação a região mais fria do estado e que o programa de melhoramento específico para este estresse ambiental conduzido em Santa Vitória do Palmar está obtendo êxito. O ciclo, número de dias da emergência até 80% da floração, variou de 96 a 117. A variável estatura de plantas apresentou médias entre 85 e 100 cm. A característica esterilidade de espiguetas apresentou uma média de 22% com uma amplitude de 14 a 30% (Tabela 1).

Tabela 1. Características agrônômicas e de qualidade avaliadas em 24 genótipos do Ensaio Preliminar conduzido em Santa Vitória do Palmar, RS na safra 2013/14.

Genótipo	FL80 ¹	ESTAT ²	ESTER ³	GPP ⁴	PROD ⁵	Duncan	ICB ⁶	TG ⁷	AMI ⁸	Ferro ⁹	Brusone	
						Grouping					Fol ¹⁰	Pan ¹¹
FL09723-10P-2P-2V-3V	109	97	22	106	11.201	A	0,8	B	29	1	3	3
FL09723-10P-2P-2V-1V	108	100	24	111	10.231	B	0,7	B	28	1	3	3
FL04534-5M-3P-4M-1P-MP	111	97	28	158	10.108	B-C	0,4	B	28	2	3	5
IRGA 4618-2C-4V-1-4-2V	115	87	16	126	9.825	B-D	0,5	B	29	1	4	5
IRGA 4997-9-1V-3V-1V-2V	97	91	18	119	9.722	B-E	0,7	B	29	1	5	5
IRGA 5030-3-3V-2V-1V	102	85	14	97	9.693	B-E	0,4	B	29	1	9	9
IRGA 5231-E-8C-1V-3V	111	93	20	97	9.553	B-F	0,4	B	29	5	6	3
IRGA 5231-E-1C-6V-1V	109	95	19	126	9.365	C-G	0,3	B	28	2	9	9
FL09891-9P-1P-1V-2V	104	96	23	145	8.980	D-H	0,5	B	29	2	3	5
INIA OLIMAR	96	91	14	111	8.941	E-H	0,2	B	29	4	9	9
IRGA 4629-4C-1V-9-1-1M	96	89	25	94	8.791	F-H	0,7	B	29	1	4	9
IRGA 4629-4C-1V-8-1-1M	101	94	19	97	8.600	G-I	0,7	B	29	1	3	5
IRGA 426	108	93	23	109	8.493	H-J	0,2	B	29	3	5	5
IRGA 417	97	88	17	113	8.313	H-K	0,3	B	28	5	8	9
IRGA 4620-1C-6V-1-1-1V	108	88	27	116	8.258	H-K	0,4	B	28	2	4	9
IRGA 424	117	86	30	84	8.118	H-L	0,6	B	29	1	3	1
IRGA 4620-1C-2V-5-1-1V	117	90	24	131	7.929	I-L	0,8	B	29	1	4	5
IRGA 4620-3C-9V-2-2-1M-1V	108	88	23	112	7.917	I-L	0,5	B	29	2	7	9
IRGA 4620-3C-6V-2-2-1M	107	89	25	93	7.836	I-L	0,5	B	29	2	4	5
IRGA 4620-3C-9V-4-1-1M	108	87	27	99	7.723	I-L	0,4	B	28	2	4	5
IRGA 4620-1C-4V-5-2-2V	108	85	25	107	7.651	J-L	0,8	B	28	2	4	5
IRGA 4620-1C-4V-5-1-1V	114	87	25	106	7.623	J-L	0,4	B	29	1	4	3
IRGA 4620-3C-7V-10-1-1M	116	87	25	95	7.476	K-L	0,7	B	29	1	4	3
IRGA 4620-1C-3V-4-1-1V	116	95	25	120	7.272	L	0,5	B	29	1	4	3
Média	108	91	22	111	8734							
CV	1,39	3,3	21,7	20,3	6,0							

¹Dias até 80% de floração na parcela; ²Estatura de plantas; ³Esterilidade da panícula em (%); ⁴Numero de grão por panícula; ⁵Produtividade de grãos em quilos por hectare (Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%); ⁶Índice de centro branco (Notas de 0 a 5, sendo 0=grãos translúcidos e 5=grãos opacos; CIAT, 1989); ⁷temperatura de gelatinização onde: B=baixa, I=intermediária, A=alta; ⁸Teores de Amilose: <23 – Baixa; 23-27 – Intermediária; >28 – Alta; ⁹Reação à toxidez por excesso de ferro no solo, (notas de 0 a 9, onde: ≥ 5=suscetível); ¹⁰reação a brusone na folha, onde: 0 a 3=resistente, 4-5=moderadamente resistente, 6-7:=moderadamente suscetível, 8-9=suscetível; ¹¹Reação à brusone na panícula, onde: 0-1=resistente, 3=moderadamente resistente, 5-7=moderadamente suscetível, 9=suscetível; ¹⁰ e ¹¹ avaliações realizadas no viveiro conduzido no município de Torres com alta pressão de inoculo.

Dentre as análises de qualidade de grãos, no índice de centro branco, observou-se ampla variação, desde 0,3 a 0,8. Com relação à temperatura de gelatinização e o teor de amilose, os genótipos apresentaram resultados dentro dos padrões aceitáveis para esses parâmetros (Tabela 1). Na avaliação realizada quanto a reação por toxidez por excesso de ferro no solo nenhum dos genótipos se mostrou suscetível, com vários genótipos com nota 1, maior grau de resistência (Tabela 1).

Com relação à avaliação de reação à brusone na folha, cinco genótipos apresentaram resistência e dois genótipos suscetíveis. Quanto à reação à brusone na panícula, seis genótipos apresentaram resistência moderada e cinco genótipos apresentaram suscetibilidade. O cruzamento FL09723 se destaca apresentando duas linhagens com boa resistência à brusone nas folhas e panículas (Tabela 1).

A produtividade de grãos no Ensaio Avançado variou de 7.222 kg ha⁻¹ a 11.583 kg ha⁻¹ (Tabela 2) com média de produtividade de 8.814 kg ha⁻¹. Oito genótipos ficaram acima da média do ensaio e cinco genótipos apresentaram produtividade de grãos superior a melhor testemunha IRGA 426 que apresentou uma média de 8.964 kg ha⁻¹. A linhagem FL04414-2M-8P-5M-1C-1V-1V destacou-se com média de produtividade de grãos de 11.583 kg ha⁻¹. Na Tabela 1 pode-se observar que em relação à característica vigor inicial, os genótipos apresentaram bom comportamento, com valores variando de muito alto (nota 2) a médio (nota 5). O ciclo, mensurado pelo somatório dos dias da emergência a 80% do florescimento, variou de 96 a 116 dias e a estatura de plantas variou de 86 a 98 cm. A característica esterilidade de espiguetas obteve média de 22%, variando de 15 a 30%.

Tabela 2. Características agrônômicas avaliadas em 16 genótipos do Ensaio Avançado conduzido em Santa Vitória do Palmar, RS na safra 2013/14.

Genótipo	VIGOR ¹	FL 80 ²	ESTAT ³	ESTER ⁴	GPP ⁵	PROD ⁶	Duncan Grouping
FL04414-2M-8P-5M-1C-1V-1V	2	111	95	29	95	11.583	A
IRGA 4250-1-2-MT-1V-2	2	99	90	16	113	9.872	B
IRGA 5231-E-1C-2V-1V	2	108	95	20	112	9.505	B-C
IRGA 4997-9-1V-3V-1V-1V	2	114	98	27	101	9.331	B-D
FL04414-2M-2P-4M-2C-1V-1V	2	106	98	30	134	9.030	C-E
IRGA 426	2	109	96	21	127	8.964	C-E
IRGA 5231-E-1C-6V-3V	2	97	86	19	103	8.914	C-E
INIA OLIMAR	2	97	94	17	110	8.905	C-E
IRGA 4629-4C-1V-9-1-1M	2	96	92	27	86	8.705	C-F
FL07587-7PT-1P-3V-1-1V	2	106	95	19	102	8.625	D-G
IRGA 5231-E-1C-6V-2V	3	97	95	15	114	8.468	E-H
IRGA 424	5	116	89	27	93	8.459	E-H
IRGA 4629-4C-1V-5-2-1M	2	98	91	20	106	7.973	F-I
IRGA 4620-7C-3V-6-1-1M	2	106	90	22	128	7.762	G-I
IRGA 4620-1C-2V-4-1-1V	2	107	93	23	120	7.698	H-I
IRGA 417	2	99	86	15	89	7.222	I
Média		104	93	22	108	8.814	
CV (%)		6,1	2,9	25,8	15,1	5,3	

¹Avaliação realizada em Cachoeirinha, segundo a escala IRR1, 1996; ²Dias até 80% de floração na parcela; ³Estatura de plantas; ⁴Esterilidade da panícula em (%); ⁵Numero de grão por panícula; ⁶Produtividade de grãos em quilos por hectare (Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%).

Com relação às análises de qualidade de grãos, os genótipos apresentaram um excelente comportamento quanto a característica centro branco dos grãos, variando de uma nota 0,2 até 0,8, ou seja, todos estão dentro dos padrões adequados para essa característica, que tolera nota máxima igual a 1,0 (Tabela 3). Com relação à temperatura de gelatinização e o teor de amilose, todos os genótipos apresentaram resultados dentro dos padrões aceitáveis para esses parâmetros, apresentando temperatura de gelatinização baixa e teor de amilose alto (Tabela 3).

Em geral o rendimento de engenho foi bom, porém alguns genótipos tiveram rendimento de grãos inteiros muito baixo, fato esse possivelmente devido ao atraso da colheita (Tabela 3). Na avaliação realizada quanto à reação por toxidez por excesso de ferro no solo nenhum dos genótipos se mostrou suscetível, porém dois genótipos tiveram nota 4, que indica uma moderada resistência (Tabela 3). Quanto à resistência dos genótipos a reação à brusone na folha em geral estes se mostraram moderadamente suscetíveis ou moderadamente resistentes e na avaliação quanto à resistência à brusone na panícula quatro das doze linhagens avaliadas se mostraram suscetíveis (Tabela 3).

Tabela 3. Características agrônômicas e de qualidade avaliadas em 16 genótipos do Ensaio Avançado conduzido em Santa Vitória do Palmar, RS na safra 2013/14.

Genótipo	ICB ¹	TG ²	AMi ³	Int ⁴	Renda ⁵	Ferro ⁶	Brusone	
							Folha ⁷	Panícula ⁸
FL04414-2M-8P-5M-1C-1V-1V	0,6	B	29	36	62	1	5	3
IRGA 4250-1-2-MT-1V-2	0,3	B	29	58	67	3	5	7
IRGA 5231-E-1C-2V-1V	0,4	B	29	59	67	3	6	9
IRGA 4997-9-1V-3V-1V-1V	0,7	B	28	60	67	1	5	3
FL04414-2M-2P-4M-2C-1V-1V	0,5	B	29	52	67	2	3	3
IRGA 426	0,2	B	29	41	64	3	5	5
IRGA 5231-E-1C-6V-3V	0,7	B	29	58	67	3	6	9
INIA OLIMAR	0,2	B	29	47	65	4	9	9
IRGA 4629-4C-1V-9-1-1M	0,6	B	29	50	66	4	4	9
FL07587-7PT-1P-3V-1-1V	0,4	B	29	48	67	2	1	3
IRGA 5231-E-1C-6V-2V	0,7	B	29	59	68	4	6	9
IRGA 424	0,5	B	29	60	68	1	3	1
IRGA 4629-4C-1V-5-2-1M	0,3	B	29	54	67	2	3	5
IRGA 4620-7C-3V-6-1-1M	0,8	B	28	58	68	1	5	5
IRGA 4620-1C-2V-4-1-1V	0,2	B	29	61	67	1	5	3
IRGA 417	0,3	B	28	24	32	5	8	9

¹Índice de centro branco (Notas de 0 a 5, sendo 0=grãos translúcidos e 5=grãos opacos; CIAT, 1989);

²temperatura de gelatinização onde: B=baixa, I=intermediária, A=alta; ³Teores de Amilose: <23 – Baixa; 23-27 – Intermediária; >28 – Alta; ⁴Rendimento de grãos inteiros (%); ⁵Renda do benefício dos grãos (%);

⁶Reação à toxidez por excesso de ferro no solo, (notas de 0 a 9, onde: ≥ 5=suscetível); ⁷reação a brusone na folha, onde: 0 a 3=resistente, 4-5=moderadamente resistente, 6-7:=moderadamente suscetível, 8-9=suscetível; ⁸Reação à brusone na panícula, onde: 0-1=resistente, 3=moderadamente resistente, 5-7=moderadamente suscetível, 9=suscetível; ^{7 e 8} avaliações realizadas no viveiro conduzido no município de Torres com alta pressão de inóculo.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados do Ensaio Avançado observou-se que há variabilidade para produtividade de grãos entre os genótipos avaliados, destacando-se as linhagens FL04414-2M-8P-5M-1C-1V-1V e IRGA 4250-1-2-MT-1V-2 com alto potencial de rendimento de grãos, estas duas linhagens foram selecionadas para participarem do ensaio de VCU (Valor de Cultivo e Uso) na safra 2014/2015.

No Ensaio Preliminar nove linhagens foram selecionadas para participarem do ensaio avançado em Santa Vitória do Palmar na safra 2014/2015.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CIAT. **Evaluación de la culinaria y molineria del arroz**. Calli: Centro International de Agricultura Tropical, 1989. 73p.

SAS Institute. **SAS software, versão 8.0**. Cary, 2000

ESTERILIDADE DE ESPIGUETAS DE ARROZ IRRIGADO DEVIDO AO ESTRESSE POR BAIXAS TEMPERATURAS

Gabriel Almeida Aquiar¹; Eduardo Anibeles Streck²; Ariano Martins de Magalhães Jr.³; Paulo Ricardo dos Reis Fagundes³; Geovani Brito³; Luciano Carlos da Maia⁴; Matheus Plantikow Huber⁵; Taise Kuhn Krüger³

Palavras-chave: frio, fase reprodutiva, grãos estéreis, melhoramento genético, *Oryza sativa*

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é considerado o produto de maior importância econômica e social em muitos países em desenvolvimento na Ásia e Oceania, mas também no Brasil. É uma espécie que possui elevado potencial produtivo e que apresenta ampla adaptabilidade em diferentes condições climáticas (SANTOS; RABELO, 2008).

Na safra 2014/15, mesmo com a redução da área plantada, as boas expectativas de produção e produtividade orizícola no Brasil foram confirmadas, sendo respectivamente 3,5% e 6,2% maiores do que a safra anterior. O Rio Grande do Sul, principal estado produtor, responsável por 68,8% da produção nacional do cereal, alcançou a maior média de produtividade da história, 7.700 kg ha⁻¹, 6,3% maior do que a safra 2013/14, tendo como principais destaque de produtividade a região sul do estado 8.275 kg ha⁻¹ e a campanha 8.039 kg ha⁻¹ (CONAB, 2015).

Para proporcionar esse cenário, foi fundamental as boas condições climáticas ocorridas durante o final do ciclo da cultura, tais como: amplitude térmica menor que na safra anterior e ausência de temperaturas baixas no período reprodutivo. Esses fatores, entre outros, ajudaram na expressão do alto potencial genético que as cultivares de arroz irrigado apresentam para elevada produtividade.

No entanto, diferentemente da safra 2014/15, ao longo da série histórica agrícola diversas safras orizícola foram frustrada apresentando de baixa a média produtividade, inúmeras delas desencadeadas devido ao estresse por críticas temperaturas baixas durante o estágio vegetativo e/ou no reprodutivo da cultura, pois as plantas de origem tropical como o arroz são geralmente sensíveis a baixas temperaturas (CRUZ, 2001).

O estresse por frio pode reduzir a taxa metabólica, pois o cloroplasto é diretamente afetado pela baixa temperatura, causando danos ao aparelho fotossintético e à molécula de clorofila (STHAPIT et al., 1995).

No estágio vegetativo, o frio provoca redução no estabelecimento de plantas, taxa de desenvolvimento diário das folhas, perfilhamento, altura das plantas e baixa capacidade de competição do arroz em relação às plantas daninhas (FREITAS et al., 2008).

No período reprodutivo, os sintomas de danos pelo frio são má exposição da panícula, esterilidade e manchas nas espiguetas. A esterilidade de espiguetas pode ser devida à inviabilidade do pólen causada pela ocorrência de frio no período de microsporogênese, quando o grão de pólen está sendo formado (YOSHIDA, 1981) ou no período do florescimento (antese) em que o frio prejudica a deiscência das anteras e o crescimento do tubo polínico, resultando numa baixa fecundação de espiguetas (SOUZA, 1990) comprometendo a produtividade.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a esterilidade de espiguetas de arroz irrigado devido ao estresse por baixas temperatura no estágio reprodutivo.

¹Doutorando, UFPel/ Embrapa Clima Temperado, Rua Ismael Simões Lopes Nº 196, gabrielalmeidaaquiar@yahoo.com.br

²Doutorando, UFPel/ Embrapa Clima Temperado.

³Doutor Pesquisador, Embrapa Clima Temperado.

⁴Professor Doutor, Universidade Federal de Pelotas.

⁵Estudante de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado entre os meses de outubro de 2014 e fevereiro de 2015 em casa de vegetação com estrutura de vidro, possuindo orientação Norte-Sul e coordenadas geográficas latitude S 31°48'15,47" e longitude O 52°24'47,11", localizada na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, no município do Capão do Leão/RS.

O experimento foi realizado em baldes de 10L, preenchidos com terra em condições naturais de um Planossolo, com uma densidade de 5 sementes por balde. A semeadura foi em seis épocas distintas, com um intervalo de uma semana entre uma e outra, sendo a primeira no dia 06/10/2014 e a última em 10/11/2014, a fim de escalonar o florescimento. As práticas de adubação e manejo foram adotadas segundo as recomendações técnicas de cultivo do arroz irrigado (SOSBAI, 2014).

Para simular o estresse por baixa temperatura, foi montado um sistema com fluxo de água resfriada a temperatura determinada pelos tratamentos durante um tempo desejado. Esse sistema, é composto por uma cuba de "banho-maria", equipamento esse onde as panículas de arroz entram em contato com a água, sendo conectado duplamente por mangueiras a um recipiente com água fria dentro de um refrigerador, sendo que o fluxo de água do "banho-maria" para o recipiente é realizado por uma bomba centrífuga elétrica, e no sentido inverso por gravidade. O controle de temperatura desse sistema, ocorre através de dois termostatos, um ligado no "banho-maria" e o outro na bomba centrífuga.

A esterilidade de espiguetas de arroz irrigado devido ao estresse por baixas temperaturas no estágio reprodutivo, foi analisada com três temperaturas de água fria (10°C, 14°C e 18°C) e três tempos (2,5 min., 5,0 min. e 7,5 min.) de imersão das panículas de arroz na cuba de "banho-maria", em dois genótipos de arroz (*Oryza sativa* L.), sendo um a cultivar BR IRGA 409 que pertence a subespécie indica e a outra a BRS Bojuru da subespécie japônica.

As panículas de arroz foram submetidas ao estresse por baixas temperaturas quando as mesmas estavam com 2/3 para fora da bainha (estádio R2 - R3). O percentual de esterilidade, foi avaliado 30 dias após ao estresse térmico, através da contagem do número de espiguetas férteis e estéreis na parte superior e inferior da panícula.

O delineamento estatístico do experimento foi inteiramente casualizado, com vinte tratamentos e três repetições. A análise estatística dos dados foi processada através do programa Assistat Versão 7.7 beta (SILVA, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, são apresentados todos os tratamentos analisados e seus respectivos resultados de porcentagem média de espiguetas estéreis na parte superior e na inferior da panícula de arroz, após essas serem submetida ao estresse por baixa temperatura.

Conforme os dados obtidos no experimento (Tabela 1), observa-se que houve a formação de 4 agrupamentos para a parte superior da panícula e 5 grupos para inferior, em ambas as partes os controles apresentaram uma pequena porcentagem média de espiguetas estéreis, não deferindo estatisticamente, conforme esperado.

Para a porcentagem média de espiguetas estéreis na parte superior da panícula, entre as cultivares BRS Bojuru e BR IRGA 409, numa determinada temperatura da água por um certo período de imersão da panícula, percebe-se que ambos genótipos apresentaram estatisticamente o mesmo grau de esterilidade, ou seja, demonstraram a mesma reação ao estresse por baixa temperatura. Por exemplo, o tratamento BRS Bojuru 14°C por 5 min. teve uma porcentagem média de espiguetas estéreis de 50,4%, ficando no agrupamento "c", assim como a BR IRGA 409 nessa mesma condição de estresse apresentou 52,1% de esterilidade (grupo "c").

Essa situação também é verificada para a porcentagem média de espiguetas estéreis

na parte inferior da panícula, no entanto, na temperatura de 18°C nos três tempos analisados há uma diferença estatística entre as cultivares. Nessa temperatura, nos tempos de 2,5 min., 5 min. e 7,5 min. a cultivar BRS Bojuru demonstrou uma esterilidade média maior, com 43,8% (grupo "c"), 41,4% (grupo "c") e 52,2% (grupo "d"), respectivamente, enquanto que a BR IRGA 409 teve uma esterilidade média de 31,3% (grupo "b"), 33,9% (grupo "b") e 40,3% (grupo "c"), respectivamente.

Cabe ressaltar, que nas duas cultivares avaliadas nas temperaturas de 10°C e 14°C, tanto na parte superior da panícula como na inferior, com o aumento do tempo de estresse de 2,5 min. para 5 min., ocorre uma elevação na porcentagem média de espiguetas estéreis e desse tempo para 7,5 min. acontece uma estabilização na esterilidade média de espiguetas. Desse modo, seria importante realizar novamente o experimento aumentando o tempo de estresse por baixa temperatura, com a intenção de verificar se essa condição se mantém ou se ocorre um aumento significativo na porcentagem média de espiguetas estéreis.

Tabela 1. Porcentagem média de espiguetas estéreis na parte superior e na inferior da panícula nos tratamentos avaliados. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2015.

Tratamentos			Porcentagem Média de Espiguetas Estéreis	
			Parte Superior	Parte Inferior
BRS Bojuru	10°C	2,5 min.	48,3 c A	55,4 d A
BRS Bojuru	10°C	5 min.	55,0 d A	72,0 e B
BRS Bojuru	10°C	7,5 min.	56,9 d A	72,4 e B
BRS Bojuru	14°C	2,5 min.	41,6 c A	50,8 d A
BRS Bojuru	14°C	5 min.	50,4 d A	63,1 e B
BRS Bojuru	14°C	7,5 min.	56,6 d A	68,5 e B
BRS Bojuru	18°C	2,5 min.	33,5 b A	43,8 c A
BRS Bojuru	18°C	5 min.	39,2 c A	41,4 c A
BRS Bojuru	18°C	7,5 min.	43,8 c A	52,2 d A
BRS Bojuru	Controle		10,0 a A	11,0 a A
BR IRGA 409	10°C	2,5 min.	49,5 c A	58,0 d A
BR IRGA 409	10°C	5 min.	53,3 d A	67,1 e B
BR IRGA 409	10°C	7,5 min.	60,1 d A	73,8 e B
BR IRGA 409	14°C	2,5 min.	47,8 c A	62,1 d B
BR IRGA 409	14°C	5 min.	52,1 d A	64,9 e B
BR IRGA 409	14°C	7,5 min.	59,8 d A	67,1 e A
BR IRGA 409	18°C	2,5 min.	22,4 b A	31,3 b A
BR IRGA 409	18°C	5 min.	28,8 b A	33,9 b A
BR IRGA 409	18°C	7,5 min.	38,3 c A	40,3 c A
BR IRGA 409	Controle		8,7 a A	10,3 a A
CV (%)			12,3	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si, pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Independente da temperatura e da cultivar estudado, o tempo de 2,5 min. não proporcionou diferença estatística na porcentagem média de espiguetas estéreis entre a parte superior e inferior da panícula, ou seja, esse tempo de estresse não é capaz de gerar uma esterilidade relevante entre as parte, assim como acontece na temperatura de 18°C nos tempos de 5 min. e 7,5 min. (Tabela 1).

Verifica-se na Tabela 1, que a porcentagem média de espiguetas estéreis entre a parte superior e a inferior da panícula, em algumas condições de temperatura e tempo analisadas ocorre diferença estatística na quantidade de espiguetas estéreis entre a parte superior e inferior da panícula. Sendo que a parte inferior sempre apresentou maior esterilidade média de espiguetas do que a parte superior da panícula, mesmo nos tratamentos em que não houveram diferença estatística.

Esse fato, pode ser explicado devido a maturação fisiológica da panícula de arroz ser desuniforme, ocorrendo do ápice para a base, segundo Moldenhauer e Slaton (2004), o intervalo de tempo para a floração de uma panícula inteira é normalmente de quatro a sete dias. Dessa maneira, as espiguetas localizadas na parte superior da panícula amadurecem primeiro que as da parte inferior, apresentando assim uma maior tolerância as baixas temperaturas no momento do estresse, por causa de encontrarem-se numa fase fisiológica mais avançada.

CONCLUSÃO

O tratamento com água resfriada nas panículas imaturas do arroz provoca esterilidade de espiguetas, tanto em genótipos da subespécie *índica* como em *japônica*, podendo ser utilizado como metodologia para simulação de frio na fase reprodutiva. A porcentagem de esterilidade de espiguetas de arroz por causa de baixas temperaturas, aumenta conforme reduz a temperatura de estresse, sendo que a parte inferior da panícula apresenta maior sensibilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Conab - Companhia Nacional de Abastecimento. **Monitoramento Agrícola** - Cultivos de verão, 2ª safra e de inverno – Safra 2014/15. 9º Levantamento. Junho/2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>
- CRUZ, R. P. **Bases genéticas da tolerância ao frio em arroz (*Oryza sativa* L.)**. 2001. Porto Alegre, 155f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.
- FREITAS, T. F. S.; SILVA, P. R. F.; MARIOT, C. H. P.; MENEZES, V. G.; ANGHINONI, I.; BREDEMEIER, C.; VIEIRA, V. M. Produtividade de arroz irrigado e eficiência da adubação nitrogenada influenciadas pela época de semeadura. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v.32, n.6, p.2397-2405, 2008.
- MOLDENHAUER, K., SLATON, N. **Rice growth and development**. In: Slaton, N.(Ed.), Rice Production Handbook. University of Arkansas, Division of Agriculture, Little Rock, Arkansas, U.S.A. 2004.
- SANTOS, A. B.; RABELO, R. R. Informações Técnicas para a Cultura do Arroz Irrigado no Estado do Tocantins. **Embrapa Arroz e Feijão**, Santo Antonio de Goiás, 2008, 136 p.
- SILVA, F. A. S. **ASSISTAT**: Versão 7.7 beta. DEAG - CTRN - UFCG - Atualizado em 01 de abril de 2015. Disponível em: www.assistat.com/indexp.html
- SOSBAI - Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. Recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. **XXX Reunião técnica da cultura do arroz irrigado**, 06 a 08 de agosto de 2014, Bento Gonçalves, RS, Brasil. – Santa Maria: Sociedade Brasileira de Arroz Irrigado. Santa Maria, 2014.
- SOUZA, P. R. Alguns aspectos da influência do clima temperado sobre a cultura do arroz irrigado, no sul do Brasil. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.43, n.389, p.9-11, 1990.
- STHAPIT, B.R.; WITCOMBE, J.R.; WILSON, J.M. Methods of selection for chilling tolerance in Nepalese rice by chlorophyll fluorescence analysis. **Crop Science**, Madison, v.35, n.1, p.90-94, 1995.
- YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: International Rice Research Institute, 1981. Cap.1: Growth and development of the rice plant: p.1-63.

ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERES DE QUALIDADE DE GRÃO E CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE LINHAGENS ENDOGÂMICAS RECOMBINANTES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)

Renan Honorato Fernandes¹; José Fernandes Barbosa Neto²; Rubens Marschalek³; Ester Wickert⁴;

Palavras-chave: variabilidade genética, herdabilidade, *Oryza sativa* L., qualidade de grão

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos alimentos mais importantes para a nutrição humana e o principal alimento para mais da metade da população mundial, desempenhando importante papel tanto em âmbito social e econômico, quanto cultural.

Depois do trigo e do milho, o arroz é o cereal mais produzido no mundo. É cultivado em todos os continentes, sendo que o asiático tem a maior concentração, com destaque para China e Índia, responsáveis por 30,2% e 21,3% da produção mundial, respectivamente. O Brasil ocupa o 8º lugar, com 1,9% da produção mundial se destaca como o maior produtor fora do continente Asiático e está entre os dez principais produtores mundiais de arroz, produz cerca de 13,3 milhões de toneladas para um consumo de 12,8 milhões de toneladas base casca. (Agostini, 2012).

A produção deste cereal no Brasil é originária, principalmente, das lavouras irrigadas do Rio Grande do Sul (RS) e de Santa Catarina (SC), sendo que a cultura do arroz no RS está entre as poucas exceções cujo aumento da produção decorre, não só do acréscimo da área cultivada, mas também do incremento da produtividade.

Estima-se que aproximadamente 50% do aumento do rendimento das principais culturas seja devido ao melhoramento genético. Essa contribuição tende a aumentar em decorrência do crescimento populacional e, sobretudo, pela necessidade de redução dos efeitos ambientais atribuídos aos insumos utilizados na produção agrícola. Não somente altas produtividades são desejadas no cultivo do arroz. Parâmetros de qualidade do grão, como desempenho industrial, qualidade culinária entre outros passam a ter grande importância, pois são os que em última análise vão determinar o preço que a indústria deverá pagar ao produtor.

Conhecimento de natureza e magnitude da variação genética que governa a herança de caracteres quantitativos como rendimento e qualidade de grãos são essenciais para efetuar o melhoramento genético. Seleção para melhorar componente como, a renda de engenho, são essenciais em programas de melhoramento genético projetados para atender os padrões da indústria e características requeridas pelos consumidores no mercado interno e externo.

A obtenção de estimativas de parâmetros genéticos em populações em estágio avançado de endogamia é essencial no direcionamento de programas de melhoramento, principalmente no que se refere ao processo seletivo das linhagens mais promissoras.

MATERIAL E MÉTODOS

A população utilizada neste estudo é constituída de 147 linhagens recombinantes de arroz (*Oryza sativa* L.), obtida pelo método descendente de uma única semente ou SSD

¹ Eng. Agr., Epagri, Caixa Postal 88701-260, Tubarão, SC, renanfernandes@epagri.sc.gov.br.

² Eng. Agr., Dr., Departamento de Plantas de Lavoura UFRGS, Caixa Postal 776, 91540-000, Porto Alegre, RS, jfbrn@ufrgs.br.

³ Dr.sc.agr, Epagri – Estação Experimental de Itajaí, Itajaí, SC, rubensm@epagri.sc.gov.br.

⁴ Dr.sc.agr, Epagri – Estação Experimental de Itajaí, Itajaí, SC, esterwickert@epagri.sc.gov.br.

(Single Seed Descent), oriundo do cruzamento entre Nipponbare/BRS Atalanta. As 147 linhagens endogâmicas recombinantes, juntamente com três testemunhas (Nipponbare, BRS Atalanta e IRGA 417), foram avaliadas em ensaios de campo conduzidos na Estação Experimental de Arroz (EEA) do Instituto Rio Grandense de Arroz (IRGA), em Cachoeirinha (latitude 29° S), nas safras 2013/14. As parcelas experimentais foram constituídas de duas linhas espaçadas em 0,20 m de 3 m de comprimento. A densidade de semeadura foi realizada para obter-se uma população de 300 plantas por metro quadrado. A parcela útil constará das duas linhas com 2,5 m de comprimento, totalizando de 0,5 m². O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições.

Foram avaliados 13 caracteres fenotípicos a campo e nos laboratórios de Biologia Molecular e de Fisiologia Vegetal do Departamento de Plantas de Lavoura, da Faculdade de Agronomia da UFRGS, em Porto Alegre – RS, e no laboratório do Melhoramento Genético de Arroz, na Estação Experimental da EPAGRI, em Itajaí – SC.

Foram realizadas análises de variância, considerando os efeitos das linhagens e blocos como aleatórios. Após a análise de variância foi realizado a estimativa das variâncias fenotípicas e genotípicas, herdabilidade e ganho esperado com seleção para os caracteres observado neste trabalho. Todas as análises de variância foram realizadas no programa estatístico R Development Core Team (R Foundation for Statistical Computing, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média das 147 linhagens endogâmicas recombinantes para a característica ciclo até a floração (FLOR80) foi de 74 dias (TABELA 1), sendo caracterizado como ciclo precoce. Os progenitores BRS Atalanta (69 dias) e Nipponbare (71 dias) apresentaram ciclo um pouco mais curto e são considerados como cultivares de ciclo super-precoce. Embora os progenitores sejam de ciclo super-precoce, houve linhagens recombinantes com ciclo precoce e médio, apresentando amplitude de 69 dias à 88 dias.

A estatura de planta (ESTAT) é outra característica importante, pois está associada, principalmente, à resistência ao acamamento, ao grau de resposta à aplicação de nitrogênio e ao alto potencial de rendimento. A média das linhagens recombinantes foi de 91,6 cm (TABELA 1), sendo considerado como planta de porte baixo, porém superior aos progenitores Nipponbare (85 cm) e BRS Atalanta (91 cm).

Poucas linhagens apresentaram o número de panículas por m² (N°PAN) semelhante ao progenitor Nipponbare (35 panículas/m²) que obteve o maior número, ficando a média da população com o progenitor BRS Atalanta (25 panículas/m²) (TABELA 1). Como a população é proveniente de um cruzamento entre progenitores muito divergentes (subespécie indica e japônica), provavelmente, o menor número de panículas por m² das linhagens em relação ao progenitor Nipponbare, característica altamente correlacionada com produtividade (Badu *et al*, 2012), é devido a recombinação ou rearranjo dos genes.

Quanto ao caráter índice de centro branco (CB), a média das linhagens foi semelhante aos progenitores com índice 2, tendo amplitude de 1 a 3 (TABELA 4.1). Comparando estes resultados com os dados relacionados a característica ciclo até a floração das linhagens e dos progenitores, em que os progenitores tiveram o ciclo mais precoce que grande parte das linhagens e, com isso, coincidindo com altas temperaturas após a floração ocorrido no início de fevereiro de 2014, está de acordo com trabalhos anteriores (Martinez & Cuevas, 1989), em que temperaturas altas após a floração aumentam e temperatura amenas diminuem ou eliminam o centro branco.

A renda de engenho é outra característica importante para qualidade de grãos, que vai definir a aceitação da cultivar pela indústria. A média das linhagens para esta característica ficou abaixo dos progenitores com 65,6%, porém, com índices aceitáveis e a amplitude entre 44,2% a 71% (TABELA 1).

As estimativas de variância genética aditiva (VA), variância fenotípica (VP) e herdabilidade no sentido restrito podem ser observadas na TABELA 1. A variância fenotípica foi maior para todas as características que a variância genotípica aditiva, demonstrando a influência

ambiental na expressão dos caracteres (Dutta *et al*, 2013). Neste trabalho, a herdabilidade foi considerada sendo no sentido restrito devido à população estar em estágio avançado de endogamia. No entanto, não se deve esquecer a presença da interação genótipos e ambiente existente na estimativa da variância genética aditiva e, consequentemente, na herdabilidade, quando se utiliza apenas um ano de experimentação (Vencovsky, 1992).

Alta variância fenotípica, variância genética aditiva e herdabilidade no sentido restrito (Akinwale *et al.*, 2011) foi observada para ciclo até a floração (FLOR80) (TABELA 1), indicando que a expressão dos genes que controlam essa característica não são influenciados marcadamente pelas condições ambientais.

Em relação às características peso de 1000 grãos (P1000G), renda de engenho (RENDENG), centro branco (CB), comprimento do grão (CG) e relação comprimento/largura do grão (C/L), a diferença entre variância fenotípica e variância genética aditiva foram maiores, em relação à característica ciclo até a floração (FLOR80), apresentando herdabilidades no sentido restrito intermediárias.

Para as características ângulo da folha bandeira (AFB), comprimento da folha bandeira (CFB), número de panículas por m² (NºPAN), largura do grão (LG), largura da folha bandeira (LFB), estatura de plantas (ESTAT) e espessura do grão (EG) obtiveram as maiores diferenças entre variância fenotípica, variância genética aditiva e menores herdabilidades, respectivamente.

TABELA 1 - Estimativa de parâmetros genéticos para características fenotípicas de 147 linhagens de arroz irrigado, oriunda do cruzamento Nipponbare/BRS Atalanta em comparação com três cultivares testemunhas em Cachoeirinha-RS, safra 2013/2014.

Característica	Média	Nipponbare	BRS Atalanta	IRGA 417	VA	VF	h ²
FLOR80 (dias)	74	69	71	73	16,04	20,65	0,91
ESTAT (cm)	91,6	85	91	89,3	13,42	109,28	0,3
CFB (cm)	26,5	24	25,7	24,3	-0,66	43,14	0
LFB (mm)	13,9	13,7	14	13,7	0,37	3,69	0,25
AFB	2	2	3	2	-0,0067	0,62	0
NºPAN	25	175	125	26	2,11	38,33	0,15
P1000G (g)	25,6	33	25	23,4	0,81	5,6	0,34
RENDENG (%)	65,6	70,9	69,5	69,1	9,09	43,4	0,44
CB	2	2	2	2	0,08	0,41	0,42
CG (mm)	5,43	4,8	5,44	5,73	0,09	0,62	0,34
LG (mm)	1,79	1,88	1,73	1,75	0,0013	0,019	0,18
EG (mm)	2,4	2,72	2,35	2,30	0,013	0,1	0,3
C/L	3,07	2,56	3,19	3,31	0,06	0,39	0,35

Variância aditiva (VA), variância fenotípica (VP) e herdabilidade no sentido restrito (h²).

CONCLUSÃO

A população de linhagens recombinantes apresenta alta variabilidade genética para todos os caracteres avaliados, o que possibilita seleção de linhagens com características requeridas pelo mercado, a partir de genitores divergentes.

As características ciclo até a floração, renda de engenho e índice de centro branco apresentam os maiores valores de herdabilidade, facilitando a seleção e a obtenção de progressos nestas características.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela bolsa de mestrado concedida. A equipe de melhoramento genético do IRGA pelo apoio e suporte na condução dos ensaios. A equipe do projeto arroz da Epagri por disponibilizar o laboratório de melhoramento genético para as avaliações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINI, I.; VIEIRA, L.M. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri/Cepa, 2012.
- AKINWALE, M. G.; GREGORIO, G. Heritability and correlation coefficient analysis for yield and its components in rice (*Oryza sativa* L.). **African Journal of Plant Science**. v. 5, p. 207-212, 2011.
- BADU, V. R.; SHREYA, K. Correlation and Path Analysis Studies in Popular Rice Hybrids of India. **International Journal of Scientific and Research Publications**. v.2, 2012.
- DUTTA, P.; BORUA, P.K. Morphological traits as Selection Indices in Rice: A Statistical view. **Univ. J. Agric. Res.** p.85-96, 2013.
- MARTINEZ, C.; CUEVAS, F. **Evaluación de La calidad culinária y molinera Del arroz**. Guia de estudo do Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT, 1989.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>, 2010.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

ESTIMATIVAS DE ANÁLISE DE TRILHA PARA OS COMPONENTES DE RENDIMENTO EM ARROZ IRRIGADO

Eduardo Anibeles Streck¹; Gabriel Almeida Aguiar²; Ariano Martins de Magalhães Jr.³; Paulo Ricardo Reis Fagundes⁴; Matheus Huber⁵; Tuise Kuhn Krüger⁶

Palavras-chave: melhoramento genético, produtividade, correlação.

INTRODUÇÃO

Em programas de melhoramento genético de plantas, a correlação entre variáveis é de extrema importância para realizar-se seleção simultânea entre características ou quando o caráter de interesse apresenta baixa herdabilidade ou difícil mensuração e identificação. Assim, um mecanismo utilizado é a seleção de plantas com base em características que estão correlacionadas com a variável principal. Logo, conhecendo-se a magnitude de correlação de uma variável explicativa em relação à principal, pode-se avaliar a influência sobre a mesma. Porém, podem ocorrer alguns equívocos nas estratégias de seleção das características avaliadas a partir da quantificação da magnitude das correlações entre as variáveis. A alta correlação entre dois caracteres pode ser resultado do efeito de um terceiro sobre eles, ou de um grupo de caracteres (CRUZ et al., 2012).

A correlação permite prever as alterações em um determinado caráter provocadas pela pressão de seleção exercida sobre outro caráter (COIMBRA et al., 1999). Contudo, essa é apenas uma medida de associação, que não permite conclusões sobre causa e efeito, não possibilitando inferências sobre o tipo de associação que governa um par de caracteres Y/X (COIMBRA et al., 2005).

Visando compreender melhor associações entre diferentes caracteres, WRIGHT (1921) propôs um método de desdobramento das correlações estimadas em efeitos diretos e indiretos das variáveis explicativas sobre uma variável principal. Este método foi denominado de análise de trilha ("Path analysis"). DEWEY e LU (1959) foram os primeiros pesquisadores a utilizar a metodologia em plantas. Os mesmos autores destacaram que os métodos de correlação linear e regressão múltipla foram os primeiros métodos a serem utilizados nas análises de componentes de rendimento, no entanto, a análise de trilha pode detectar alguns efeitos diretos ou indiretos que atuam sobre o rendimento, que produzem associações particulares sobre esse efeito.

Neste contexto, o trabalho objetiva evidenciar as associações diretas e indiretas dos principais componentes relacionados à produtividade da cultura do arroz irrigado via análise de trilha.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental da Estação de Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado em Capão do Leão no estado do Rio Grande do Sul, na safra 2014/2015. A experimentação foi implementada sob delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, sendo as parcelas compostas por 9 fileiras de 5 m de comprimento com espaçamento de 0,17 m entre linhas. A área útil da parcela foi constituída por 4 m centrais das quatro fileiras internas, de modo a, excluir algum efeito incidente sobre a bordadura. A densidade de semeadura utilizada foi de 100 kg ha⁻¹, utilizando-se uma semeadora mecânica de parcelas, sob sistema de plantio direto. A adubação de base foi de 300 kg ha⁻¹ de NPK (fórmula 5-20-20) e 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de uréia, aplicado

^{1,2} Doutorando em Fitomelhoramento, Pós-graduação em Agronomia – UFPel/Embrapa Clima Temperado, endereço, streck.eduardo@gmail.com.

^{3,4} Pesquisador – Embrapa Clima Temperado

^{5,6} Estagiário – Embrapa Clima Temperado

50% da dose no estágio V4 e o restante no estágio R0 (diferenciação do primórdio floral). O controle de plantas daninhas do experimento foi realizado através aplicação de herbicidas recomendados para a cultura do arroz irrigado (SOSBAI, 2014). Utilizou-se o sistema de irrigação por inundação permanente até o estágio de final de maturação dos genótipos.

Foram avaliadas dez plantas por unidade experimental de sete genótipos de arroz irrigado, sendo quatro cultivares (BRS Pampa, BR IRGA 409, BRS 7 'Taim' e BRS Sinuelo CL) e duas linhagens (BRA 051108 e AB 10101) da Embrapa, recomendados para cultivo no Rio Grande do Sul. Sendo avaliados sob dez caracteres: produtividade de grãos por unidade de área em kg ha⁻¹ (Prod), altura de plantas (Alt)(cm), dias até a floração (DAF), comprimento de panícula (CP)(cm), peso de panícula (PP)(g), número de espiguetas férteis por panícula (NEF); número panículas por metro quadrado (NPMQ), peso mil grãos (PMG)(g), número de perfilhos por planta (NPP) e número de espiguetas estéreis por panícula (NEE). A partir do dados obtidos à campo, determinou-se as correlações fenotípicas, via método de *bootstrap* com 10000 simulações e, posteriormente, verificou-se a análise dos coeficientes da análise de triilha.

Os procedimentos estatísticos foram processados através do aplicativo computacional em genética e estatística, GENES (CRUZ, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância univariada (Tabela 1) demonstrou haver diferença significativa pelo teste F para todas as dez variáveis quantitativas analisadas, apresentando coeficientes de variação entre 1,64% para a variável altura de plantas e 17,6% para a variável número de espiguetas estéreis. Sendo que, a variável que foi mais influenciada pelo ambiente foi número de perfilhos por plantas (Herdabilidade=73,9%), ou seja, 26,1 % da variação fenotípica existente é de ordem ambiental e não em decorrência da constituição genética.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância e estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos do experimento. Embrapa Clima Temperado, 2015.

FV	GL	Quadrados Médios									
		Prod	DAF	Alt	NEF	PP	CP	NPP	NPMQ	NEE	PMG
Blocos	3	157811.7491	7.7083	0.49	22.1128	0.0622	0.2376	0.6238	565	31.8228	0.4917
Genótipos	5	4089355.8594**	114.075**	156.8337**	692.8267**	0.5569**	11.6029**	4.7304*	18746.4667**	257.6777**	1.8754**
Resíduo	15	290598.4308	3.1417	2.057	107.9271	0.0697	0.5027	1.2344	630.8	8.8334	0.3699
Média	.	8899.54	90.88	87.27	116.71	3.54	23.1	7.42	384.17	16.89	26.66
CV(%)	.	6.06	1.95	1.64	8.9	7.45	3.07	14.97	6.54	17.6	2.28
Mínimo	.	7162.36	84	76.3	93.9	2.91	19.05	5	290	3.7	24.75
Máximo	.	10734.94	100	98.1	148.3	4.31	25.25	10.6	537	34	27.96
S² genética	.	949689.3571	27.7333	38.6942	146.2249	0.1218	2.775	0.874	4528.9167	62.2111	0.3764
S² ambiental	.	290598.4308	3.1417	2.057	107.9271	0.0697	0.5027	1.2344	630.8	8.8334	0.3699
H (%)	.	92.89	97.25	98.69	84.42	87.48	95.67	73.9	96.64	96.57	80.28

** ; * significativo a 1% e 5% de probabilidade; respectivamente; pelo teste F

As correlações fenotípicas entre os pares de características analisadas demonstraram correlações com diferentes magnitudes, possibilitando identificar pares de características com correlações significativas e não significativas. No melhoramento de plantas, por questões de seleção de caracteres mais importantes, de modo a facilitar e otimizar o trabalho, são verificados mais amplamente o sinal (positivo ou negativo) e a magnitude dos valores na interpretação das correlações.

Observou-se correlações fenotípicas significativas (1 e 5% de probabilidade) entre as variáveis explicativas e a variável principal produtividade de grãos (Tabela 2), sendo que, a maior magnitude de correlação positiva significativa foi observada para a variável número de espiguetas férteis (NEF) (0,9826), ou seja, tem grande efeito sobre a variável principal. Logo, a busca por maior número de espiguetas férteis, quer seja pelo maior número de panículas por metro quadrado ou pelo maior comprimento de panículas, tende a elevar o

índice de colheita. Já a maior e única magnitude de correlação negativa significativa foi encontrada para a variável número de espiguetas estéreis (NEE)(-0,557).

As estimativas dos efeitos diretos e indiretos das variáveis explicativas sobre a variável resposta principal produtividade (Tabela 2), evidenciou que as variáveis peso de panícula, número de panículas por metro quadrado e peso de mil grãos, evidenciaram magnitudes positivas do efeito direto pronunciados sobre a produtividade, logo, a correlação existente explica grande parte da verdadeira associação. De acordo com AKITA (1995), a menor participação de fotoassimilados para o crescimento de órgãos vegetativos em cultivares semi-anãs resultou em maior acúmulo de carboidratos não estruturais nos caules e nas bainhas antes do florescimento, sendo prontamente translocados para as panículas e utilizados no enchimento de grãos. Além dessas variáveis, também detectou-se uma influência da altura na produtividade, no entanto, podendo ser explicada pela variação inerente com o tamanho de panícula e/ou por ter-se uma baixa representatividade do caráter diante dos genótipos utilizados. O comprimento de panícula, bem como número de espiguetas férteis, demonstraram alta correlação significativa, no entanto, tem efeito indireto sobre a produtividade via peso de panícula e peso de mil grãos.

O alto coeficiente de determinação (r^2) total, associado ao efeito da variável residual, indicam que os efeitos dessas variáveis primárias explicam de forma concisa as variações na variável resposta principal de produtividade de grãos.

Tabela 2 – Estimativas dos efeitos diretos e indiretos dos coeficientes de trilha, estimados a partir da correlação fenotípica, sobre produtividade de grãos nos genótipos de arroz. Embrapa Clima Temperado, 2015.

VARIÁVEL	=====>	DAF		VARIÁVEL	=====>	PP		VARIÁVEL	=====>	NPMQ	
EFEITO DIRETO SOBRE		Prod	0.1516948	EFEITO DIRETO SOBRE		Prod	0.53089803	EFEITO DIRETO SOBRE		Prod	0.538696
EFEITO INDIRETO VIA		Alt	0.17835235	EFEITO INDIRETO VIA		DAF	0.06689741	EFEITO INDIRETO VIA		DAF	0.0054
EFEITO INDIRETO VIA		NEF	-0.06904151	EFEITO INDIRETO VIA		Alt	0.40026907	EFEITO INDIRETO VIA		Alt	0.34061
EFEITO INDIRETO VIA		PP	0.23412603	EFEITO INDIRETO VIA		NEF	-0.28415638	EFEITO INDIRETO VIA		NEF	-0.30151
EFEITO INDIRETO VIA		CP	-0.09433031	EFEITO INDIRETO VIA		CP	-0.22751297	EFEITO INDIRETO VIA		PP	0.429709
EFEITO INDIRETO VIA		NPP	-0.22675105	EFEITO INDIRETO VIA		NPP	-0.21068576	EFEITO INDIRETO VIA		CP	-0.16297
EFEITO INDIRETO VIA		NPMQ	0.01917757	EFEITO INDIRETO VIA		NPMQ	0.43602032	EFEITO INDIRETO VIA		NPP	-0.17355
EFEITO INDIRETO VIA		NEE	0.00270522	EFEITO INDIRETO VIA		NEE	0.00655775	EFEITO INDIRETO VIA		NEE	0.008254
EFEITO INDIRETO VIA		PMG	-0.0260331	EFEITO INDIRETO VIA		PMG	0.19853848	EFEITO INDIRETO VIA		PMG	0.275578
TOTAL		0.1699ns		TOTAL		0.9168++		TOTAL		0.9602++	

VARIÁVEL	=====>	Alt		VARIÁVEL	=====>	CP		VARIÁVEL	=====>	NEE	
EFEITO DIRETO SOBRE		Prod	0.56872559	EFEITO DIRETO SOBRE		Prod	-0.29635661	EFEITO DIRETO SOBRE		Prod	-0.0119
EFEITO INDIRETO VIA		DAF	0.04757149	EFEITO INDIRETO VIA		DAF	0.04828445	EFEITO INDIRETO VIA		DAF	-0.03448
EFEITO INDIRETO VIA		NEF	-0.22444733	EFEITO INDIRETO VIA		Alt	0.52851669	EFEITO INDIRETO VIA		Alt	0.006938
EFEITO INDIRETO VIA		PP	0.37364603	EFEITO INDIRETO VIA		NEF	-0.22357339	EFEITO INDIRETO VIA		NEF	0.204066
EFEITO INDIRETO VIA		CP	-0.2754042	EFEITO INDIRETO VIA		PP	0.40750742	EFEITO INDIRETO VIA		CP	-0.29252
EFEITO INDIRETO VIA		NPP	-0.20643531	EFEITO INDIRETO VIA		NPP	-0.12603684	EFEITO INDIRETO VIA		PP	0.012832
EFEITO INDIRETO VIA		NPMQ	0.32262487	EFEITO INDIRETO VIA		NPMQ	0.29622278	EFEITO INDIRETO VIA		NPP	0.086126
EFEITO INDIRETO VIA		NEE	-0.0001452	EFEITO INDIRETO VIA		NEE	0.00051534	EFEITO INDIRETO VIA		NPMQ	-0.37359
EFEITO INDIRETO VIA		PMG	0.14759578	EFEITO INDIRETO VIA		PMG	0.08939849	EFEITO INDIRETO VIA		PMG	-0.15447
TOTAL		0.7537++		TOTAL		0.7246+		TOTAL		-0.557+	

VARIÁVEL	=====>	NEF		VARIÁVEL	=====>	NPP		VARIÁVEL	=====>	PMG	
EFEITO DIRETO SOBRE		Prod	-0.31212256	EFEITO DIRETO SOBRE		Prod	-0.36020818	EFEITO DIRETO SOBRE		Prod	0.321
EFEITO INDIRETO VIA		DAF	0.03355489	EFEITO INDIRETO VIA		DAF	0.09549188	EFEITO INDIRETO VIA		DAF	-0.0123
EFEITO INDIRETO VIA		Alt	0.40897057	EFEITO INDIRETO VIA		Alt	0.32593664	EFEITO INDIRETO VIA		Alt	0.2615
EFEITO INDIRETO VIA		PP	0.48332956	EFEITO INDIRETO VIA		NEF	-0.1622101	EFEITO INDIRETO VIA		NEF	-0.23365
EFEITO INDIRETO VIA		CP	-0.21228024	EFEITO INDIRETO VIA		PP	0.31052226	EFEITO INDIRETO VIA		CP	0.32836
EFEITO INDIRETO VIA		NPP	-0.18720019	EFEITO INDIRETO VIA		CP	-0.10369518	EFEITO INDIRETO VIA		PP	-0.08254
EFEITO INDIRETO VIA		NPMQ	0.52038008	EFEITO INDIRETO VIA		NPMQ	0.2595436	EFEITO INDIRETO VIA		NPP	-0.23075
EFEITO INDIRETO VIA		NEE	0.00778123	EFEITO INDIRETO VIA		NEE	0.00284566	EFEITO INDIRETO VIA		NPMQ	0.46247
EFEITO INDIRETO VIA		PMG	0.24030057	EFEITO INDIRETO VIA		PMG	0.20563258	EFEITO INDIRETO VIA		NEE	0.005727
TOTAL		0.9826++		TOTAL		0.5739+		TOTAL		0.8198++	

COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO ==> 1.0000

EFEITO DA VARIÁVEL RESIDUAL: 0.000

ns - não significativo a 1% e 5% respectivamente pelo método de bootstrap com 10000 simulações

++ ; + Significativo a 1% e 5% respectivamente pelo método de bootstrap com 10000 simulações

CONCLUSÃO

O número de panículas por metro quadrado (NPMQ), peso de panícula e peso de mil grãos são os fatores que mais contribuíram para a produtividade, tanto via correlação fenotípica quanto via efeitos diretos. Comprimento de panícula e número de espiguetas férteis mostraram potencial de uso na seleção indireta para o caráter produtividade de grãos.

AGRADECIMENTOS

À EMBRAPA pela disponibilidade da base física e à CAPES pela concessão de apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKITA, S. Aspectos ecofisiológicos relacionados ao aumento do potencial de rendimento biológico e comercial da cultura do arroz (*Oryza sativa* L.). In: **CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA AMÉRICA LATINA E O CARIBE**, 9.; RENAPA, 9., 1994, Goiânia. Arroz na América Latina: perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo. Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 1995. v.1, p.57-76. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 60).
- COIMBRA, J. L. M., GUIDOLIN, A. F., CARVALHO, F. D., COIMBRA, S. M. M., MARCHIORO, V. S. Análise de trilha: análise do rendimento de grãos e seus componentes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 213-218, 1999.
- COIMBRA, J. L. M. et al. Consequências da multicolinearidade sobre a análise de trilha em canola. **Ciência Rural**, v. 35, n. 02, p. 347-352, 2005.
- CRUZ, C.D. **Programa Genes**: Biometria. Editora UFV. Viçosa (MG). 382p. 2006.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P.C.S. **Métodos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, UFV: Editora UFV. 2012, v. 1, cap. 9, p. 392-451.
- DEWEY, D.R.; LU, K.H. A correlation path coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. **Agronomy Journal, Madison**, v.51, p.515-518, 1959.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Bento Gonçalves: SOSBAI, 2014. 189p.
- WRIGHT, S. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**, v.20, p.557-585, 1921.

EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO EN SEGREGANTES F2 DE DOS CRUZAMIENTOS POR TOLERANCIA A FRÍO

Santiago Maiale¹; Ayelen Gazquez¹; Juan Vilas¹; Rodolfo Bezus²; Alfonso Vidal²; Andrés Rodríguez¹

Palabras Claves: arroz, selección, espiguillas, panojas

INTRODUCCIÓN

Para el caso del arroz la temperatura mínima de crecimiento es considerada 10°C (Yoshida, 1981) y el mismo se ve afectado a temperaturas cercanas o inferiores a 15 °C (Nakagahra et al. 1997).

También se ha determinado que el crecimiento es inhibido con temperaturas comprendidas entre 15-20°C (Takanashi et al. 1987). Estas producen una disminución de la germinación, la emergencia de plántulas, el crecimiento vegetativo temprano y se las describe como un factor negativo para el cultivo (Bonnecarrère et al. 2011).

Recientemente, Gazquez et al. (2015) determinaron que el crecimiento a temperatura subóptimas en estadios tempranos en condiciones controladas correlaciona con el desempeño en estadios mas avanzados en condiciones a campo.

Por otro lado, el análisis del tipo de planta es crucial en el mejoramiento de arroz. Los idiotipos evolucionaron desde los arroces altos de panojas pequeñas hasta el tipo columnar o NPT (por sus siglas en ingles). Los componentes de rendimiento de estos últimos se caracterizan por un número de panojas mas acotadas, alto número de espiguillas por panoja y reducido porcentaje de granos vacíos (Peng et al. 2008).

También la intercepción de la radiación es fundamental en la construcción del rendimiento y por lo tanto el índice de área foliar es considerado un rasgo de mejora (Peng et al. 2008). De estas características se deduce un tipo de planta que enfatiza el tamaño de los destinos y la eficiencia del uso de la radiación.

Si bien este tipo de planta fue establecido en zonas de clima tropical, estudios realizados en años anteriores en Argentina determinaron que estas características pueden ser aplicadas también en condiciones de clima templado (Bezus et al. 2013; Sartore et al. 2014). Además la eficiencia de captura de la radiación es una característica importante y que correlaciona positivamente con el rendimiento en arroces bajo condiciones de clima templado (Gregori et al. 2014).

El objetivo de este trabajo fue evaluar los componentes de rendimiento de segregantes seleccionados por crecimiento bajo temperaturas subóptimas en dos cruzamientos entre un cultivar tolerante a frío, previamente evaluado (Gazquez et al. 2012) y dos germoplasmas de buenas características agronómicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos cruzamientos en febrero de 2013 entre el cultivar Gral. Rossi (Rossi) tolerante a frío (Gazquez et al. 2015) con el cultivar Don Justo FCAyF (DJ) y la línea estable Cr.550 de buenas características agronómicas. En los dos casos se utilizó como parental materno a Gral. Rossi. Las semillas F1 obtenidas fueron cultivadas en cámara de cultivo durante el invierno de 2013.

Las semillas F2 fueron cosechadas y seleccionadas por comportamiento a frío a temperaturas de 13-21°C noche/día en un fitotron Percival E-30B durante 5 días con una iluminación de 300µmol/m²/seg y 12 hs de fotoperíodo. Se midió el crecimiento de la hoja 3 adaptando la metodología descripta en Gazquez et al. (2015).

¹ IIB-INTECH, Int Marino Km8, Chascomús, Buenos Aires, Argentina. smiaiale@intech.gov.ar

² Programa Arroz, FCAyF, UNLP.

Se analizaron 1225 plántulas (729 del cruzamiento Rossi/Cr550 y 496 del cruzamiento Rossi/Don Justo) y fueron seleccionadas alrededor del 10% superior del total (46 de Rossi/Cr550 y 43 de Rossi/DJ).

Las plántulas seleccionadas fueron transplantadas en macetas y cultivadas en piletas bajo condiciones ambientales durante la primavera/verano de 2013/2014. Se midió tamaño de hoja bandera según Yoshida (1976), espiguillas/panoja, peso de mil granos (PMG), porcentaje de fertilidad de granos, peso de la panoja y número de panojas por planta.

El análisis estadístico fue realizado con el software GraphPad Prism.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El crecimiento de las plántulas F2 de los cruzamientos entre el cultivar tolerante Gral. Rossi y el cultivar DJ y la línea Cr 550 fueron medidas en condiciones controladas y los datos graficado como se muestra en la Fig 1.

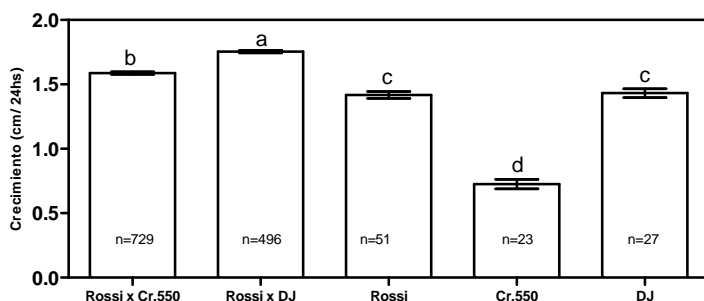


Figura 1: Evaluación por crecimiento a temperaturas subóptimas (13/21°C) en estadio vegetativo en cruzamientos entre Gral. Rossi/Cr550 y Gral. Rossi/DJ y los parentales Gral. Rossi, Cr550 y DJ. Los datos fueron analizados por ANOVA con postest de Tukey Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Puede observarse que los cultivares Rossi y DJ presentan similares crecimientos a temperaturas subóptimas, con valores de 1,418 y 1,432 cm/24hs respectivamente mientras la línea Cr550 se comporto como sensible con un crecimiento de 0,725 cm/24hs.

Mientras que el conjunto de las líneas F2 del cruzamiento Rossi/Cr550 tuvieron un crecimiento medio de 1,587 cm/24hs, las plántulas derivadas de Rossi/DJ mostraron una media de 1,753 cm/24hs.

Generalmente los métodos de selección por tolerancia a frío frecuentemente diferencian entre subespecie japónica e indica (Mackill y Lei 1997). Por otro lado, el desarrollo de germoplasma requiere métodos rápidos y exactos que consistan en técnicas cuantitativas de selección bajo condiciones controladas para estrés por bajas temperaturas (Strauss et al 2006).

Las plántulas seleccionadas de cada cruzamiento fueron crecidas en macetas bajo condiciones ambientales y el tamaño de la hoja bandera y los componentes de rendimiento fueron evaluados como se muestra en la Tabla 1.

Entre los cruzamientos no existen diferencias en número de panojas/planta, pero los otros parámetros evaluados mostraron diferencias significativas en todos los casos evaluados.

Es de destacar que las plantas procedentes del cruzamiento Rossi/Cr550 mostraron mayor número de espiguillas/panoja, PMG, peso de la panoja y superficie de la Hoja bandera. Mientras que el % de granos vacíos fue menor en las plantas procedentes del cruzamiento Rossi/DJ.

Con los datos procedentes de las mediciones de cada planta se realizó un test de correlación de pearson como se muestra en las tablas 2 y 3.

Parámetros	Rossi X Cr.550	Rossi X DJ	P y significancia
Espiguillas/panoja	85.96 ± 2.232	69.47 ± 1.380	< 0.0001 ***
HB (mm ²)	2116 ± 58.61	1895 ± 48.85	0,0051 **
PMG (gr.)	34.69 ± 0.3999	33.00 ± 0.2233	0,0005 ***
% granos vacíos	22.74 ± 1.506	10.10 ± 0.5487	< 0.0001 ***
Peso panoja (gr.)	2.300 ± 0.07537	2.053 ± 0.03515	0,0046 **
Panojas/planta	10.78 ± 0.3153	11.49 ± 0.3448	0,1338 ns

Tabla 1: Parámetros evaluados en plantas F2 seleccionadas por tolerancia a frío de los cruzamientos Gral. Rossi/Cr550 (n=46) y Gral. Rossi/DJ (n=43). Los datos fueron analizados mediante t test, un asterisco significa significancia p<0,05, dos asteriscos p<0,01 y tres asteriscos p<0,0001.

Rossi XCr.550	Esp/pan	HB	PMG	%granos vacíos	P.pan	Pan/pl
Esp/pan	1					
HB	0,443 **	1				
PMG	-0,203 ns	-0,133 ns	1			
%granos vacíos	-0,065ns	0,077 ns	-0,090 ns	1		
P.panoja	0,757 ***	0,264 ns	0,163 ns	-0,635***	1	
Pan/pl	-0,297 *	-0,005 ns	-0,173 ns	0,159 ns	-0,357 *	1

Tabla 2: Correlación de pearson entre parámetros medidos en líneas tolerantes a frío seleccionadas del cruzamiento Gral. Rossi/Cr550. Un asterisco significa significancia p<0,05, dos asteriscos p<0,01 y tres asteriscos p<0,0001 (n=46).

Rossi XDJ	Esp/pan	HB	PMG	%granos vacíos	P.pan	Pan/pl
Esp/pan	1					
HB	0,212ns	1				
PMG	-0,472**	0,163ns	1			
%granos vacíos	0,346*	0,069ns	-0,311*	1		
P.panoja	0,864***	0,283ns	-0,073ns	-0,062ns	1	
Pan/pl	-0,028ns	-0,030ns	-0,012ns	0,198ns	-0,096ns	1

Tabla 3: Correlación de pearson entre parámetros medidos en líneas tolerantes a frío seleccionadas del cruzamiento Gral. Rossi/DJ. Un asterisco significa significancia p<0,05, dos asteriscos p<0,01 y tres asteriscos p<0,0001 (n=43).

En las tablas de correlación se observa que los parámetros medidos se relacionan en forma diferencial entre los distintos cruzamientos. Mientras que en Rossi/Cr550 el tamaño de hoja bandera es proporcional al número de espiguillas/panoja, esto no sucede en el cruzamiento de Rossi/DJ. De forma similar el número de panojas/planta se relaciona negativamente con el número de espiguillas/panoja en el cruzamiento Rossi/Cr550 mientras que no se observa significancia en Rossi/DJ. Por otro lado el PMG se relaciona

negativamente con % granos vacíos en Rossi/DJ mientras que no existen diferencias en Rossi/Cr550 y lo inverso sucede entre peso de las panojas y panojas/plantas.

Entre los caracteres que destacan en el NTP se mencionan el del tamaño de panoja, medido como número de espiguillas, el bajo porcentaje de granos vacíos y un número reducido de panojas/planta (Peng et al. 2008). En el caso de los análisis de las plantas de los cruzamientos de este trabajo se observó un comportamiento contrastantes dependiendo el germoplasma utilizado. El cruzamiento entre Rossi y Cr550 mostro características asociadas a NPT, mientras que el cruzamiento Rossi/DJ no lo hizo.

CONCLUSION

La selección de materiales para mejoramiento por frío, debería tener en cuenta la aptitud combinatoria que le imparten los progenitores seleccionados a sus descendencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEZUS, R. et al. Componentes de rendimiento y características fisiológicas de genotipos de arroz en una zona de clima templado. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado 8, **Anais vol1**, 2013. Santa Maria, Rio Grande do Sul, Sociedad Sul Brasileira de Arroz Irrigado, 2013. Resumen XXX.
- BONECARRERE, V. et al. Response to photooxidative stress induced by cold in japonica rice is genotype dependent. **Plant Science**, v180, p726–732, 2011.
- GAZQUEZ, A. et al. Caracterización fisiológica y molecular de germoplasma de arroz (*Oryza sativa* L.) de uso en argentina sometido a estrés por frío. In: REUNION ARGENTINA DE FISILOGÍA VEGETAL 29, 2012, Mar del Plata. **Actas**. Sociedad Argentina de Fisiología vegetal, 2012.
- GAZQUEZ, A. et al. Physiological response of multiple contrasting rice (*Oryza sativa* L.) cultivars to suboptimal temperature. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v201, p117–127, 2015.
- GREGORI, L. A. et al. Estructura del dosel: impacto sobre el coeficiente de extinción, eficiencia de uso de la radiación y productividad en arroz (*Oryza sativa* L.). In: REUNION ARGENTINA DE FISILOGIA VEGETAL 30, 2014, Mar del Plata. **Actas**. Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal, 2014. Resumen 65.
- MACKILL, D. J.; LEI, X. M. Genetic variation for traits related to temperate adaptation of rice cultivars. **Crop Science**, v 37, p1340–1346, 1997.
- NAKAGAHARA M. et al. Rice genetic resources: history, conservation, investigative characterization and use in japan. **Plant Molecular Biology**, v35, p69-77, 1997.
- PENG, S. et al. Progress in ideotype breeding to increase rice yield potential. **Field Crop Research**, v108, p32-38, 2008.
- SARTORE, G. et al. Comportamiento de líneas de arroz de ideotipo contrastante en un ambiente de clima templado. In: REUNION ARGENTINA DE FISILOGÍA VEGETAL 30, 2014, Mar del Plata. **Actas**. Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal, 2014. Resumen 06.
- STRAUSS, A et al. Ranking of dark chilling tolerance in soybean genotypes probed by the chlorophyll a fluorescence transient OJIP. **Environmental and Experimental Botany**. v56, p147–157, 2006.
- TAKANASHI, J. et al. Temperature dependency of protein synthesis by cell-free system constructed with polysomes from rice radicle. **Japanese Journal of Crop Science**, v56, p44–50, 1987.
- YOSHIDA, S. et al. (Ed.). **Laboratori Manual for Physiological studies of rice**. Los baños, IRRI, 1976.
- YOSHIDA, S. (Ed.). **Fundamentals of Rice Crop Science**. Los Baños, IRRI, 1981.

IMPACTO DA INTRODUÇÃO DE FONTES DE TOLERÂNCIA À TOXIDEX POR FERRO E AO FRIO NA POPULAÇÃO CNA12S

Orlando Peixoto de Morais¹; José Manoel Colombari Filho¹; Paula Pereira Torga¹; Paulo Hideo Nakano Rangel¹; Paulo Ricardo Reis Fagundes²; Oneides Antônio Avozani³

Palavras-chave: *Oryza sativa* L.; genética quantitativa; melhoramento populacional; capacidade geral de combinação.

INTRODUÇÃO

O Programa de Melhoramento Genético de Arroz da Embrapa (MelhorArroz) se reorganizou no início da década de 90, quando passou a adotar o método de seleção recorrente de maneira sistemática. Para tanto, foram sintetizadas populações geneticamente diversificadas e de alto desempenho, principalmente, para que fossem fornecedoras recorrentes de novos genitores para o núcleo elite de cruzamentos. Apesar desses cruzamentos serem a principal fonte de segregação de genótipos para o desenvolvimento de cultivares, essas populações de seleção recorrente, também podem fornecer famílias para a extração de linhagens com uma frequência tão alta quanto for sua concentração de alelos favoráveis. Para o arroz irrigado na região Sul, atualmente cinco populações vêm sendo trabalhadas por meio de um esforço conjunto de melhoramento populacional entre a Embrapa e o IRGA, com uso de um esquema previamente estabelecido de seleção recorrente. Tal esquema é fundamentado nos desempenhos de famílias S_{0.2} observados em ensaios conduzidos em locais representativos das principais regiões produtoras de arroz do Rio Grande do Sul.

Eventualmente, a variabilidade genética de uma população pode diminuir com os sucessivos ciclos de seleção (GERALDI, 1997). Assim, foi previsto no MelhorArroz a introdução de novos alelos em determinadas populações, cuja conveniência foi monitorada por procedimentos descritos por Morais et al. (1997). Uma das cinco populações de arroz irrigado subtropical é a CNA12S, que se encontra no terceiro ciclo de seleção recorrente. Essa população foi sintetizada sem o uso da macho-esterilidade genética, conforme Rangel et al. (2005), utilizando-se seis fontes de resistência à brusone e dez cultivares/linhagens elite. Este trabalho objetivou avaliar o impacto sobre a produtividade e outros caracteres agrônomicos advindos da introdução, nessa população, de alelos oriundos de fontes de tolerância à toxidez por ferro e/ou de tolerância ao frio.

MATERIAL E MÉTODOS

No início do terceiro ciclo de seleção, sete fontes de tolerância à toxidez por ferro e/ou tolerância ao frio foram cruzadas com quatro a seis subpopulações da CNA12S sempre utilizando as fontes como genitor feminino. Como fontes de tolerância ao frio foram utilizadas: INIA Tacuari, IR80730-1-3-2-1 e IRGA 426; como fontes de tolerância à toxidez por ferro: SCS 116 Satoru e Wu 10B; e, como tolerantes a ambos os estresses: BRS Querência e IRGA 424. As sementes F₁ dos 40 cruzamentos obtidos foram multiplicadas durante o primeiro semestre de 2013, e colhidos em bulk.

No ano agrícola 2013/14, os 40 cruzamentos em F₂, as sete fontes de tolerância e duas testemunhas adicionais, IRGA 417 e BR-IRGA 409, foram avaliadas quanto à produção de grãos (kg ha⁻¹), altura de plantas (cm), dias para o florescimento (DAS), severidade de doenças na parcela (brusone do pescoço, escaldadura, mancha parda e mancha-de-grãos;

¹ Doutor, Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, 75375-000, Caixa Postal 179, Santo Antônio de Goiás, GO, orlando.morais@embrapa.br (autor correspondente)

² Doutor, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, 96010-971, Caixa Postal 403, Pelotas, RS

³ Mestre, Pesquisador do Instituto Rio Grandense do Arroz, 94930-030, Caixa Postal 29, Cachoeirinha, RS

com notas de 1 a 9, sendo 1 para parcelas sem sintomas e 9, com sintomas severos). Foi adotado o delineamento experimental látice simples 7x7, conduzido no Campo Experimental da Fazenda Palmital, Goianira/GO. As parcelas constituíam-se de 4 linhas de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,17 m.

Especificamente neste trabalho, não havia interesse em explorar a variação entre cruzamentos oriundos de uma mesma fonte. Assim na análise de variância, os cruzamentos foram agrupados, buscando-se a variação entre unidades de avaliação constituídas de famílias de meios irmãos (FMI), fontes e testemunhas, adotando um modelo em que os cruzamentos, com uma fonte parental comum, foram aninhados dentro das respectivas FMI. A matriz de covariância do vetor de estimativas de médias foi obtida e as médias comparadas pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

O impacto da introdução de uma determinada fonte como genitor adicional a CNA12S, foi avaliado com base no comportamento *per se* das FMI correspondente, especialmente para o caráter produção de grãos como, também, pela estimativa da capacidade geral de combinação (CGC) com a população. A estimação da CGC da fonte i com a CNA12S foi obtida adotando-se o seguinte modelo: $y_i = \mu + g_i + \varepsilon_i$, em que: y_i corresponde às médias ajustadas das FMI correspondente a fonte i como genitora comum; μ é a constante associada a todas as observações; g_i é a capacidade geral de combinação da fonte i com a população; e ε_i é erro relativo da observação y_i .

Como os erros ε_i não são homogêneos e nem ortogonais, os cálculos foram efetuados adotando a metodologia de Silva et al. (2000), cuidando-se de proceder as adaptações necessárias, especialmente as relativas à matriz X e às restrições lógicas, correspondentes a cortes convenientes no espaço das soluções.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se ampla variação entre as estimativas de produção de grãos, dias para o florescimento e escaldadura (Tabela 1). Uma variação um pouco menor foi observada para altura de plantas, mancha parda e mancha-de-grãos. Não houve variação significativa para brusone do pescoço, indicando baixa severidade dessa doença no ensaio, uma vez que houve reconhecidas diferenças de resistência a esse estresse biótico entre alguns dos tratamentos como IRGA 417, normalmente mais suscetível e IRGA 424, mais resistente (Tabela 1).

As FMI oriundas de fontes de melhor adaptação, como IRGA 424, SCS 116 Satoru, BRS Querência e IRGA 426, comportaram-se, em geral, como mais produtivas, exceto, a derivada de Wu 10B, que não diferiu dos genitores citados, mas, em cruzamento com a população, gerou famílias que se enquadraram entre as menos produtivas. As FMI derivadas de INIA Tacuari e IRGA 426 floresceram praticamente na mesma época do parental comum, enquanto aquelas oriundas de fontes mais tardias (IRGA 424, SCS 116 Satoru e Wu 10B) ou mais precoces (BRS Querência e IR80730-1-3-2-1) diminuíram ou aumentaram seus ciclos em relação aos respectivos genitores comuns, sem nenhuma evidência de efeitos de dominância do caráter precocidade apontado por Vergara & Chang (1985). Relações semelhantes ocorreram com o caráter altura de plantas, exceto no tocante às fontes BRS Querência e INIA Tacuari, que apresentam alturas semelhantes, mas as FMI delas derivadas diminuíram e aumentaram, respectivamente, suas alturas de plantas, quando cruzadas com a CNA12S.

A estimativa de média de produção de todas as FMI foi 5.972 kg ha⁻¹, que representa 68,1% da produção média da cultivar IRGA 424. Além da influência do efeito dos genitores menos adaptados às condições ambientais de Goianira/GO, onde foi conduzido o ensaio, há o efeito médio da própria CNA12S, que ainda é menos produtiva que as cultivares. Três das sete fontes em avaliação apresentaram estimativas de CGC negativas e de magnitude suficientemente alta para sugerir hipótese de nulidade ($p < 0,05$) (Tabela 2).

Tabela 1. Médias¹ de produção de grãos (PROD), dias para o florescimento (FLO), altura de plantas (ALT) e severidade de doenças na parcela (brusone do pescoço - BP, escaldadura foliar - ESC, mancha parda - MP e mancha-de-grãos - MG), das famílias de meio irmãos, linhagens genitoras e testemunhas. Ano agrícola 2013/14.

Tratamento	PROD (kg ha ⁻¹)	FLO (DAS)	ALT (cm)	BP (1-9)	ESC (1-9)	MP (1-9)	MG (1-9)
FMI\BRS Querência	6.545 cd	84 cd	93 c	2,0 a	3,3 cd	3,0 b	3,1 b
FMI\INIA Tacuari	4.603 f	80 e	112 a	2,0 a	3,2 d	2,7 cd	3,3 ab
FMI\IR80730-1-3-2-1	5.248 ef	81 e	102 b	2,0 a	3,3 cd	2,8 d	3,4 ab
FMI\IRGA 424	6.488 cd	81 e	96 bc	2,0 a	3,0 def	2,4 d	3,0 b
FMI\IRGA 426	6.736 bcd	85 c	90 c	2,0 a	3,1 d	2,7 cd	3,1 ab
FMI\SCS 16 Satoru	6.928 bcd	91 b	94 bc	1,9 a	3,6 bc	2,8 cd	3,1 ab
FMI\Wu 10B	5.255 ef	78 f	112 a	2,3 a	3,8 b	3,2 bc	3,5 a
BRS Querência	7.777 abc	80 de	101 b	2,7 a	4,4 a	6,2 a	3,4 ab
INIA Tacuari	4.074 fg	79 ef	99 b	1,9 a	3,0 def	2,0 d	2,8 bc
IR80730-1-3-2-1	2.267 g	74 g	71 d	2,0 a	2,3 f	2,2 d	2,3 c
IRGA 424	8.766 a	92 b	91 c	2,1 a	2,5 e	2,9 bc	3,2 ab
IRGA 426	7.056 abcd	87 c	94 bc	2,0 a	3,2 cd	2,5 cd	3,3 ab
SCS 16 Satoru	7.995 ab	104 a	88 c	2,0 a	4,2 ab	3,0 bc	3,1 ab
WU 10B	6.867 abcd	93 b	78 d	1,9 a	2,3 f	2,8 bcd	2,8 bc
IRGA 417	5.791 d	84 cd	94 bc	2,1 a	4,3 a	2,9 bc	3,7 a
BR IRGA 409	7.278 abcd	93 b	97 bc	2,6 a	3,5 bcd	3,9 b	3,6 a
CV (%)	17,7	2,1	6,6	17	12,8	22,8	12,9

¹Média seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Wu 10B é chinesa (YUNG, 1983), a IR80730-1-3-2-1 foi introduzida do IRRI e a INIA Tacuari é uma cultivar uruguaia. Essas três fontes são de origens bem diversas entre si e dos genitores originais da CNA12S, o que constitui um dos indicadores adicionais de divergência genética (OLIVEIRA, 1989). Em função dessa diversidade de origem, elas poderão contribuir com genes distintos de tolerância ao frio e, portanto, para se evitar prejuízos na capacidade de produção de grãos da CNA12S, deve-se buscar formas alternativas de incorporá-las na população. É recomendável nesse caso, realizar seleção de plantas com tolerância à toxidez por ferro, no caso das FMI derivadas da primeira, e com tolerância ao frio, no caso das derivadas das duas últimas, seguindo-se de pelo menos um retrocruzamento com a população. Com isso, elimina-se ou reduz-se substancialmente o impacto negativo direto sobre a capacidade de produção de grãos da população, que adviria da incorporação nela dessas fontes de tolerância aos estresses, de forma direta.

Tabela 2. Estimativas da capacidade geral de combinação (\hat{g}) de cada uma das fontes de tolerância à toxidez por ferro e/ou tolerância ao frio com a população CNA12S, com seus respectivos desvios-padrão e níveis de significância, para o caráter produção de grãos (kg ha⁻¹).

Fontes	$\hat{g} \pm$ desvio-padrão	p valor (teste t)
BRS Querência	572,8 \pm 254,11	<0,050
INIA Tacuari	-1369,1 \pm 322,33	<0,001
IR80730-1-3-2-1	-724,3 \pm 323,75	<0,050
IRGA 424	516,5 \pm 253,31	<0,050
IRGA 426	764,3 \pm 259,53	<0,010
SCS 116 Satoru	956,4 \pm 271,72	<0,001
Wu 10B	-716,6 \pm 307,95	<0,050
Média das FMI	$\hat{\mu} = 5971,9 \pm 103,64$	-

A incorporação das fontes de tolerância BRS Querência, IRGA 424, IRGA 426 e SCS 116 Satoru, por outro lado, pode e deve ser direta, pois apresentaram estimativas de CGC positivas e significativas com a população, contribuindo para aumento da produção de grãos da mesma, sem nenhum impacto negativo sobre outras características agrônômicas estudadas. Assim a CNA12S, que atualmente constitui-se de 18 subpopulações (RANGEL et al., 2005), poderia passar a constituir-se de 22 subpopulações, sendo as quatro adicionais oriundas das FMI derivadas dessas quatro fontes de tolerância a estresses, com

elevada capacidade de combinação genética com a população.

CONCLUSÃO

Se as fontes Wu 10B, INIA Tacuari e IR80730-1-3-2-1 fossem introduzidas diretamente na CNA12S, visando tolerância a toxidez por ferro (com a primeira) e tolerância ao frio (com as últimas), impactariam negativamente no potencial produtivo da população, em função da menor capacidade de combinação destas com a população. Não traria, contudo, prejuízos aparentes em altura de plantas, no ciclo vegetativo e nos níveis de resistência às doenças (brusone de pescoço, escaldadura, mancha parda e mancha-de-grãos).

A introdução direta da IRGA 426, SCS 116 Satoru, BRS Querência e IRGA 424, além da potencial contribuição para aumento da tolerância ao frio (a primeira) e a toxidez por ferro (a segunda) ou a tolerância a ambos os estresses (as duas últimas), contribuiria para aumentar significativamente o potencial produtivo da população, sem prejudicá-la em relação aos outros caracteres agrônômicos e de resistência a doenças.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRUZ, C. D. & REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1994. 390 p.

GERALDI, I. O. Selección recurrente en el mejoramiento de plantas. In: E.P. Guimarães (ed). **Selección recurrente en arroz**. Cali, Colombia: CIAT. 1997. pp. 3-12.

MORAIS, O. P. Tamanho efetivo de la población. . In: E.P. Guimarães (ed). **Selección recurrente en arroz**. Cali, Colombia: CIAT. 1997. pp. 25-44.

OLIVEIRA, E. J. de. **Análise multivariada no estudo da divergência genética entre cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Viçosa: UFV, 1989. 91 p. (Tese M. S.)

RANGEL, P. H. N.; CORDEIRO, A. C. C.; LOPES, S. I. G.; MORAIS, O. P.; BRONDANI, C.; BRONDANI, R. P. V.; YOKOYAMA, S.; BACHA, R.; ISHIY, T. Advances in population improvement of irrigated rice in Brazil. In: **Guimarães, E. P. Population improvement: a way of exploiting the rice genetic resources of Latin America**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2005. p. 145-186.

SILVA, S. A. G. E.; MORAIS, O. P.; RAVA, C. A.; COSTA, J. G. C. Método generalizado de análise de dialelos desbalanceados. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.35, n.10, p.1999-2005, 2000.

VERGARA, B. S.; CHANG, T. T. **The flowering response of the rice plant to photoperiod: a review of the literature**. Los Baños, Philippines: The International Rice Research Institute, 1985. 61p. (Fourth edition).

YOUNG, J. B; VIRMANI, S.S.; KUSH, G.S. Cyto-genetic relationship among cytoplasmic-genetic male-sterile, maintainer and restorer lines of rice. **Phillip. J. Crop. Sci.**, 8(3): 119-124, 1983.

IRGA 424 RI: ALTERNATIVA TECNOLÓGICA PARA O CONTROLE DO ARROZ VERMELHO E PARA ALTA PRODUTIVIDADE

Mara Cristina Barbosa Lopes¹, Sérgio Iraçu Gindri Lopes,² Roberto Luis Weiler², Gustavo Rodrigo Daltrozo Funck²

Palavras chave: arroz irrigado, Imidazolinonas, cultivar resistente

INTRODUÇÃO

A ocorrência de arroz vermelho ainda é um dos principais problemas nas regiões produtoras de arroz irrigado no Brasil. O programa de melhoramento genético do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) atua no projeto para o desenvolvimento de cultivares resistentes a herbicidas não seletivos a cultura, como ferramenta para o controle desta planta daninha. O objetivo deste trabalho foi apresentar as principais características da nova cultivar desenvolvida pelo IRGA para o manejo no controle do arroz vermelho.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento da cultivar utilizou-se o método de retrocruzamento, no qual a linhagem mutada PCW16 foi utilizada como fonte doadora do gene de tolerância ao herbicida e a cultivar IRGA 424 como o genitor recorrente. O cruzamento inicial foi realizado no ano de 2008 na Estação Experimental do Arroz, em Cachoeirinha, RS.

Foram realizados seis retrocruzamentos, além do cruzamento inicial, utilizando-se sempre a cultivar recorrente como genitor feminino, evitando-se, desta maneira, qualquer possibilidade de selecionar plantas por decorrência de autofecundação, já que a seleção com o herbicida na geração seguinte elimina esses contaminantes. A partir da primeira geração (RC₁F₁) selecionou-se, nas populações segregantes, as plantas resistentes ao herbicida Kifix[®]. A seleção foi realizada 20 dias após a aplicação, através da observação visual daquelas que sobreviveram à ação do herbicida. A aplicação do herbicida foi efetuada quando as plantas de arroz estavam com 3 a 4 folhas, utilizando-se a dose de 150 g.p.c. ha⁻¹ e o adjuvante Dash[®] na dose de 500mL/100L. Entre as plantas sobreviventes, selecionou-se as que mais se assemelhavam fenotipicamente à cultivar recorrente, para comporem a próxima geração de retrocruzamentos.

Concluída as seis gerações de retrocruzamentos (RC₆F₁) foram conduzidas mais duas gerações de autofecundações, sendo que na última, foi realizado o teste de progênie. Para isto, as sementes colhidas de cada planta individual na geração RC₆F₂ foram semeadas em um sulco. Através da aplicação do herbicida Kifix[®], como agente seletivo, identificou-se os sulcos onde todas as plantas eram tolerantes, confirmando serem estas descendentes de plantas homozigotas. Estas populações também foram avaliadas visualmente quanto à fitotoxicidade do herbicida, e quanto à qualidade culinária através das análises de temperatura de gelatinização, teor de amilose, índice de centro branco e aspecto visual dos grãos. As progênies que apresentaram plantas suscetíveis ao herbicida foram eliminadas.

As sementes das plantas selecionadas no teste de progênie foram multiplicadas para a condução dos ensaios do Valor de Cultivo e Uso (VCU) e de Distinguididade,

¹ Eng. Agr., M Sc., Instituto Rio Grandense do Arroz – IRGA. Av. Bonifácio Carvalho Bernardes 1494, Cachoeirinha, RS, C. P.29 CEP: 94930-030. E-mail: maracblopes@gmail.com

² Instituto Rio Grandense do Arroz

Homogeneidade e Estabilidade (DHE), para fins de registro e proteção junto ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Os ensaios de VCU foram conduzidos na safra 2012/2013 nos municípios de Cachoeirinha, Cachoeira do Sul, Uruguaiiana e Santa Vitória do Palmar e os de DHE, nas safras 2012/2013 e 2014/2015 em Cachoeirinha. O manejo adotado nos ensaios foi conforme as recomendações técnicas para a cultura (SOSBAI, 2012). Além do rendimento de grãos, foram avaliadas as características de vigor inicial, número de dias da emergência a 5 % e 80 % da floração, estatura das plantas, esterilidade de espiguetas, renda e rendimento engenho, peso de 1000 grãos, análise de qualidade culinária e aspecto visual dos grãos (avaliação realizada no Laboratório de Qualidade da EEA). Também foram avaliadas as reações as doenças e a toxidez por excesso de ferro no solo, seguindo a escala do IRRI (1996), efetuada nos viveiros conduzidos, respectivamente, nos municípios de Torres e Camaquã.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos nos ensaios de rendimento, caracterização fenotípica e demais avaliações realizadas, selecionou-se a linhagem IRGA 424RI-2706-1 para o lançamento da cultivar com a denominação comercial IRGA 424 RI. Esta linhagem foi a que apresentou no conjunto das características fenotípicas avaliadas, maior semelhança as da cultivar recorrente IRGA 424, caracterizando-a como essencialmente derivada dessa, pois cumpre os requisitos exigidos pela legislação para Proteção de Cultivares.

Os resultados obtidos nos ensaios de VCU mostraram excelente potencial de rendimento de grãos, cuja média geral dos ensaios foi de 10.500 kg ha⁻¹, similar à testemunha IRGA 424, cuja média foi de 10.900 kg ha⁻¹.

Características gerais da cultivar

- Baixo vigor inicial
- Alta capacidade de afilhamento
- Estatura média: 90 cm
- Resistente ao acamamento no sistema convencional
- Folhas curtas, eretas e pilosas
- Panícula parcialmente protegida pela folha bandeira
- Grãos longos finos e pilosos
- Casca de coloração amarelo – palha
- Pleno florescimento: 103 dias
- Esterilidade: em torno de 17 %
- Resistência ao degrane: intermediária
- Reação de resistência a brusone na folha e na panícula (Em condições experimentais, com alta pressão do inóculo)
- Classe: longo fino (dados das dimensões dos grãos apresentados na Tabela 1)
- Peso de 1000 grãos com casca: 25 g
- Índice centro branco: 1,3
- Alto teor de amilose (31%)
- Baixa temperatura de gelatinização
- Renda do benefício: 68%
- Rendimento de grãos inteiros: 63%

Tabela 1- Comprimento, largura e espessura dos grãos da cultivar IRGA 424 RI. IRGA / EEA, Cachoeirinha, 2015.

Tipo	Dimensões (mm)			Relação C / L
	Comprimento (C)	Largura (L)	Espessura	
Com casca	9,60	2,30	1,94	4,18
Descascado	6,83	2,03	1,70	3,37
Polido	6,52	1,91	1,60	3,41

A IRGA 424 RI foi lançada no ano de 2013 e foi registrada no Ministério da Agricultura e do Abastecimento com o número 31630. É de ciclo médio, possui alto potencial de produtividade dos grãos, é resistente à brusone na folha e na panícula e à toxidez por excesso de ferro no solo, contribuindo geneticamente para o uso em áreas com histórico de incidência de arroz vermelho, toxidez de ferro e brusone, evitando-se o uso de outros métodos de controle para essa doença, reduzindo as aplicações de agrotóxicos.

Recomenda-se que seja cultivada somente em áreas infestadas com arroz vermelho.

CONCLUSÃO

A cultivar IRGA 424 RI é resistente aos herbicidas do grupo químico das Imidazolinonas, recomendados para a cultura do arroz, sendo adaptada ao cultivo de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. É uma alternativa importante para o manejo no controle de arroz vermelho, com padrão de alto potencial produtivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SOSBAI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil** / Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado; Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado, 29. Gravatal. Itajaí: SOSBAI, 2012. 179 p., Il.

IRRI. **Standard evaluation system for rice**. Manila: International Rice Research Institute, 1996. 52 p.

LAVOURAS EXPERIMENTAIS DE ARROZ – AVALIAÇÃO PARTICIPATIVA DAS LINHAGENS DE ARROZ DO PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DA EMBRAPA

Bernardo Mendes dos Santos¹; Heloísa Celis de Paiva Breseghello²

Palavras-chave: transferência de tecnologia, melhoramento genético, validação de tecnologias.

INTRODUÇÃO

A dificuldade relacionada à adoção de novas cultivares pelos agricultores, principalmente as desenvolvidas por instituições públicas, é tema frequentemente discutido na atualidade. Como citado por Guimarães Filho & Tonneau (2000) quando abordavam a questão de agricultores familiares na zona semiárida do Nordeste brasileiro, a insignificante taxa de adoção de tecnologias geradas pela pesquisa tem sido, em sua maior parte, atribuída à questão sociocultural: o pequeno agricultor seria "resistente" às inovações tecnológicas. Ainda, segundo os autores, recentemente, os pesquisadores começaram a aceitar a ideia de que a causa maior desse fato estaria mais relacionada à inconsistência entre as tecnologias geradas e a situação concreta dos pequenos agricultores, ou seja, as tecnologias oferecidas não estariam apropriadas às reais necessidades dos usuários. Esse mesmo raciocínio é válido para qualquer público que seja foco da pesquisa, assim como para qualquer produto gerado por ela, incluindo cultivares.

Na tentativa de minimizar o problema de baixa adoção de suas cultivares, a Embrapa Arroz e Feijão vem utilizando uma metodologia de avaliação participativa de linhagens de arroz denominada Lavouras Experimentais (LE), que tem por objetivo submeter à avaliação as linhagens elite do programa de melhoramento genético de arroz por seus potenciais usuários, principalmente produtores de sementes. As informações obtidas na avaliação auxiliam na tomada de decisão sobre o lançamento de novas cultivares.

As LEs têm como público alvo o produtor de sementes licenciado da Embrapa, pois esse funciona como o setor comercial da empresa. Assim, esse ator tem papel fundamental na decisão de lançamento de novas cultivares, pois são eles que detêm um amplo e detalhado conhecimento da cadeia produtiva e, além disso, são os transferidores principais desses produtos ao mercado, por meio da comercialização de sementes e divulgação das cultivares.

Dessa forma, as LEs tem duas funções, motivar o produtor de sementes e obter informações do ponto de vista do mercado sobre a viabilidade de uma nova cultivar. Consequentemente, espera-se que uma cultivar submetida a essa metodologia possa conquistar parcela considerável do mercado de sementes, devido ao fato de possuir características que foram chanceladas pelos agricultores.

O objetivo do presente trabalho é apresentar a metodologia adotada pela Embrapa na validação de suas linhagens pré-comerciais de arroz, geradas pelo seu programa de melhoramento genético.

MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente são indicadas pela equipe do programa de melhoramento genético, três linhagens elite do programa que estão na fase final de desenvolvimento, ou seja, após a avaliação do 2º ano dos ensaios de valor de cultivo e uso (VCU) para cada sistema de cultivo, irrigado e terras altas.

¹ Engenheiro Agrônomo, Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462 - km 12, bernardo.santos@embrapa.br.

² Engenheira Agrônoma, Embrapa Arroz e Feijão.

São identificados os condutores das LEs, que tenham perfil para o trabalho, sendo que a premissa para a escolha destes é possuir: i) conhecimento do mercado de cultivares; ii) infraestrutura para a condução dos ensaios; iii) comprometimento com o resultado; e iv) contrato de cooperação técnica vigente com a Embrapa.

Após a identificação e negociação com o parceiro, são enviados cerca de 20 quilos de sementes de cada linhagem ou cultivar (testemunha) que possibilitam a instalação em campo de áreas com 3.000 m² (terras altas) e 2.000 m² (irrigado), com no máximo cinco genótipos, sendo duas testemunhas e três linhagens elite. O sistema de semeadura preconizado é o de semeadura direta. Todos os materiais são codificados para garantir a isenção no momento da avaliação. Como testemunhas, utiliza-se cultivares da Embrapa e de empresas concorrentes, estando sempre presente a cultivar com maior participação de mercado naquele sistema.

Para a implantação de uma Lavoura Experimental, a densidade de semeadura indicada é de 100 kg.ha⁻¹ para sistema irrigado e para o sistema de terras altas, de 60 kg.ha⁻¹. As sementes são providenciadas pela Embrapa e todo o restante do manejo é exatamente o que o condutor pratica em sua área comercial. Os materiais devem estar dispostos lado a lado em faixas, para facilitar a visualização durante as avaliações. No momento de implantação da LE é solicitado ao condutor que se tenha cuidado para que a área seja uniforme, permitindo que a competição entre as linhagens ocorra de maneira igualitária e nenhuma fique prejudicada em relação à outra.

A avaliação da LE é realizada na época de maturação dos grãos, utilizando-se formulário específico que contém questões sobre: acamamento, qualidade do grão, produtividade, reação à doenças, aparência do material e aceitação comercial. As LEs são avaliadas pelos produtores de sementes, técnicos da Embrapa, além de produtores de grãos e técnicos da região.

No momento da avaliação, inicialmente, reúne-se o público presente para apresentação da metodologia do trabalho e orientações no preenchimento do formulário. Terminada a avaliação de campo, é realizada uma reunião, ainda no local, a fim de debater as impressões sobre cada linhagem/cultivar. Nesse momento também, é revelado quais são as linhagens e quais são as testemunhas, de modo a fixar o máximo possível as características de cada genótipo. Os dados obtidos por meio dos formulários são compilados e analisados na Embrapa Arroz e Feijão, sendo gerado um relatório sobre o desempenho das linhagens e, então, emitido e encaminhado ao condutor e a todos os participantes das avaliações da LE.

Os dados obtidos são, também, apresentados e discutidos em uma reunião denominada “Reunião de avanço” promovida pelo Comitê Gestor do Plano Integrativo de Trabalho (CGPIT), comitê que integra diversas unidades da Embrapa que trabalham com a cultura do arroz. Nesta reunião, também, são apresentados e discutidos: dados oriundos dos ensaios de valor de cultivo e uso (VCU), do programa de melhoramento genético; resultados dos testes de qualidade de grãos, realizada pela equipe da Embrapa e também pelas indústrias arrozeiras; resultados dos ensaios de reação a doenças, realizadas pela equipe de fitopatologia da Embrapa; além de informações do mercado de sementes, obtidas pela Embrapa Produtos e Mercado. Após as apresentações e discussões, é elaborado pelos membros do CGPIT parecer consultivo que é encaminhado às Chefias das unidades da Embrapa participantes do comitê, e que serve de subsídio para a tomada de decisão sobre o lançamento de uma nova cultivar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A metodologia utilizada nas LEs, aliada a outras estratégias adotadas pela Embrapa, tem proporcionado bons resultados à empresa. Cita-se como exemplo o caso da última cultivar lançada (2013) para o sistema de terras altas, a BRS Esmeralda, que passou pelo processo de validação da Lavoura Experimental nas safras 09/10, 10/11 e 11/12 (tabela 1), e posteriormente discussão no CGPIT para a tomada de decisão de lançamento.

Tabela 1. Safras, locais e linhagens-elite do programa de melhoramento genético da Embrapa, avaliadas nas Lavouras Experimentais para o sistema de terras altas.

Safra	Local	Linhagens validadas
09/10	Água Boa-MT Sinop-MT Santo Antônio de Goiás-GO	BRA 052033 BRA 032048 (BRS Esmeralda) BRS Sertaneja
10/11	Querência-MT Água Boa-MT Santa Carmem-MT Chapadinha-MA Belterra-PA Paracatu-MG Santo Antônio de Goiás-GO	BRA 052033 AB 062008 AB 062037 AB 062045 AB 062138 BRA 032048 (BRS Esmeralda) BRS Sertaneja
11/12	Água Boa-MT Santa Carmem-MT Vilhena-RO Belterra-PA	AB 062008 AB 062037 AB 062045 AB 062138 07SEQCL441 BRA 032048 (BRS Esmeralda) BRS Sertaneja

O reflexo foi que, antes mesmo da tomada de decisão sobre o lançamento da cultivar BRS Esmeralda (BRA 032048, quando era linhagem), os produtores de semente licenciados da Embrapa que já conheciam o potencial da linhagem por meio da LE, motivados com os resultados, conseguiram motivar também seus clientes. Assim, quando disponibilizada ao mercado a cultivar teve uma ótima aceitação e vem obtendo aumentos de área plantada sucessivos desde seu lançamento, e hoje é a cultivar da Embrapa mais utilizada para o sistema de terras altas, segundo levantamentos internos e informações dos produtores de semente licenciados.

O processo, considerado de fácil execução, proporciona ganhos consideráveis para as partes envolvidas, já que permite o desenvolvimento de cultivares mais apropriadas às necessidades dos agricultores e de melhor qualidade de indústria.

CONCLUSÃO

A metodologia tem se mostrado eficiente, pois tem permitido a técnicos da Embrapa e produtores de sementes conhecer as características das linhagens elite do programa de melhoramento de arroz, fornecendo informações que auxiliam na decisão de lançamento de novas cultivares. Além disso, o fato dos produtores de semente conhecerem as linhagens antes do lançamento auxilia no desenvolvimento de mercado dessas, pois de posse das informações acerca do produto o parceiro comercial da Embrapa pode motivar seus clientes a adotar as novas cultivares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GUIMARÃES FILHO, C.; TONNEAU, J.P. **Teste de ajuste** – Proposta metodológica para validação de tecnologias com agricultor no semi-árido. In: FILHO, C.G.; ANDREOTTI, C.M.

Metodologias de experimentação com agricultores. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 9-31.

OsWRKY19 É RESPONSIVO A ESTRESSES ABIÓTICOS EM ARROZ

Vivian Ebeling Viana¹; Naciele Marini²; Fabiane Igansi de Castro dos Santos³; Ariadne Ribeiro Henriques⁴; Luciano Carlos da Maia⁵; Antonio Costa de Oliveira⁶;

Palavras-chave: (toxidez por ferro, submergência, fatores de transcrição, expressão gênica)

INTRODUÇÃO

No estado do Rio Grande do Sul, o cultivo do arroz se dá, em sua forma mais produtiva, através do cultivo irrigado. Em virtude a inundação do solo para esta forma de cultivo, somado a principal característica de solos do tipo hidromórficos, drenagem natural ineficiente e elevados teores de ferro, observa-se uma acentuada disponibilidade de Fe^{2+} na solução do solo (BRASIL, 1973). O aumento da concentração de Fe^{2+} na solução do solo pode levar a uma absorção excessiva deste metal, sendo este rapidamente acumulado nas folhas, podendo causar perdas consideráveis na produção de arroz (SAHRAWAT, 2004). A toxidez por ferro é um dos mais importantes estresses abióticos que limitam a produção de arroz irrigado em nível mundial. Além desse, o déficit parcial de oxigênio, também chamado hipoxia, devido à condições como a submergência é um dos maiores estresses abióticos dentre os quais as plantas são submetidas. As plântulas de arroz, quando completamente submersas, morrem dentro de uma semana (XU et al., 2006).

Com isso percebemos que as plantas crescem em um ambiente dinâmico que frequentemente impõe restrições sobre o crescimento e desenvolvimento dos vegetais e essas variações do ambiente também chamadas de estresse, afetam o crescimento das plantas. Os primeiros eventos de adaptação a estresses ambientais são a percepção e subsequente sinalização da transcrição que conduz à ativação de várias respostas fisiológicas e metabólicas, incluindo a expressão de genes responsivos ao estresse (TRAN et al., 2004). A maioria dos estudos sobre fatores de transcrição WRKY tem indicado que, diversos membros da família, atuam na resposta imune da planta. Atualmente, os pesquisadores tem dedicado esforços na análise funcional de genes que codificam para fatores de transcrição WRKY em resposta a estresses abióticos (CHEN et al., 2012).

Neste sentido o melhoramento para tolerância a estresses abióticos é um dos grandes responsáveis pelos avanços na agricultura já que desenvolve cultivares superiores mais produtivas e mais bem adaptadas a condições ambientais adversas. Por este motivo a identificação dos genes e sua função é fundamental para a compreensão de processos biológicos nos quais estão envolvidos (BRESOLIN, 2010). Sendo assim, com o intuito de compreender o envolvimento dos genes WRKY na resposta a estresses abióticos, este trabalho teve como objetivo analisar o perfil de expressão do gene *OsWRKY19* em plântulas de arroz sob estresse por submergência e toxidez por ferro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório do Centro de Genômica e Fitomelhoramento, pertencente ao departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Foram utilizadas sementes de arroz irrigado das cultivares Nipponbare, BR IRGA 409 e Epagri 108, estas foram alocadas em caixas gerbox com papel germitest e colocadas para germinar em câmara de germinação (B.O.D.) a 25 C, fotoperíodo de 16 horas/8 horas (luz/escuro) e umidade relativa de 100% por 7 dias, seguindo

¹ Msc. em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Centro de Genômica e Fitomelhoramento, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, CP. 354, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: vlviana@gmail.com

² Dra. em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas.

³ Msc. em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas.

⁴ Dra. em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Pelotas.

⁵ Prof. Dr. em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas.

⁶ Prof. PhD. em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas.

os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). O delineamento experimental utilizado foi completamente casualizado com três repetições, sendo cada unidade experimental composta por cinco plântulas.

Para a indução de estresse por ferro, plântulas uniformes foram transferidas para tela de nylon adaptada à tampa de um recipiente com capacidade para 4 L contendo solução nutritiva de YOSHIDA (1976). Os recipientes foram acondicionados em um tanque hidropônico, com água a uma temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, com fotoperíodo de 16 horas, e aeração permanente. A solução nutritiva foi trocada a cada sete dias. As plântulas se desenvolveram nessas condições por 14 dias, quando a plântula está no estágio de desenvolvimento V3. Foi então realizada a primeira coleta das plântulas no tratamento controle, sem estresse por toxidez por ferro. Ao restante dos recipientes as plântulas foram submetidas ao estresse por ferro sendo transferidas para recipientes contendo a solução nutritiva padrão mais 390mg de sulfato de ferro e permaneceram sob estas condições por 4, 8 e 12 dias, até a coleta. O pH foi aferido diariamente. Para a indução de estresse por submersão as plântulas foram transferidas para recipientes com capacidade para 2L, acondicionados em ambiente com fotoperíodo de 16 horas/8 horas (luz/escuro), estes recipientes continham areia e foram regados 2 vezes ao dia com água e solução nutritiva de YOSHIDA (1976). As plantas permaneceram nestas condições por 7 dias. Logo após, os 14 dias, estágio de desenvolvimento V3, foi realizada a primeira coleta das plântulas submetidas ao tratamento controle (0h- sem estresse por hipoxia). O restante dos recipientes com as plântulas foram submetidas aos tratamentos de estresse, ou seja, as plântulas permaneceram sob condição de submersão por 6, 12, 24 e 48 horas, até a coleta. As amostras de parte aérea, obtidas na indução dos estresses de submersão e excesso de ferro, foram coletadas e acondicionadas em ultra freezer a -80°C até a realização da extração de RNA.

As extrações de RNA foram realizadas em triplicatas biológicas e segundo o protocolo do reagente TRIzol® (Invitrogen, Califórnia, USA). Para a síntese do cDNA, as amostras de RNA foram tratadas com DNaseI (Invitrogen TM®) para eliminação de contaminação com DNA genômico. Os cDNAs fíla simples foram obtidos a partir de 2µg de RNA total, utilizando o kit SuperScript™III First-Strand System for RT-PCR (Invitrogen TM). Os iniciadores foram desenhados através do programa Applied Biosystems Primer Express®. Os dados de expressão do gene *OsWRKY19* foram normalizados em relação ao nível de expressão do gene constitutivo *OsEF-1α*. Para o qRT-PCR foi utilizado 12,5 µl do kit FastStart Universal SYBR Green Master (Rox) (Roche Applied Science®) e as reações foram realizadas no termociclador ABI PRISM 7500 Fast (Applied Biosystems®) com três repetições biológicas e três repetições técnicas. A quantificação relativa de cada gene foi feita utilizando o método do Ct comparativo, como descrito por Livak e Schmittgen (2001). Os dados também foram analisados através de ferramentas do programa Mult Experiment Viewer (TIGR MeV).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação a resposta do gene *OsWRKY19* sob estresse por submersão (Figura 1A), foi possível verificar que houve diferenças no padrão de expressão frente aos tratamentos principalmente quando se observa a cultivar Nipponbare a qual apresentou um alto número de transcritos no tratamento de 24h sob submersão. Em relação ao comportamento deste gene na cultivar BR IRGA 409 foi possível observar que houve alterações significantes no número de transcritos, destacando maior pico de expressão deste gene em condições normais e um decréscimo no número de transcritos nos tratamentos subsequentes. Além destes aspectos, o comportamento deste gene foi inexpressivo para a cultivar Epagri 108, visto que não houve alterações significativas no número de transcritos nos diferentes tratamentos.

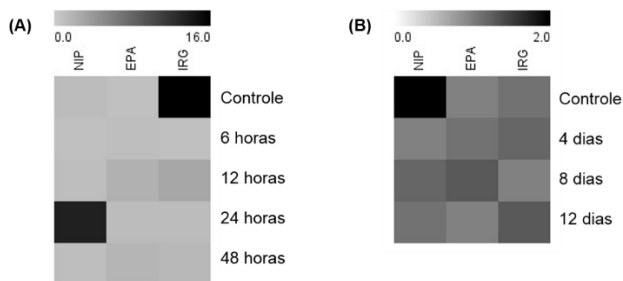


Figura 1. Perfil de expressão do gene *OsWRKY19* analisado nos estresses de submersão e excesso de ferro na parte aérea de plântulas de três genótipos de arroz irrigado, Nipponbare (NIP), Epagri 108 (EPA) e BR IRGA 409 (IRG) através da técnica de qRT-PCR e representado por escalas que variam de 1 – 16 e 1 - 2, utilizando o Mult Experiment Viewer (TIGR MeV). Uma extremidade da escala representada pela cor cinza claro indica menor nível de expressão do gene e a outra extremidade representada pela cor preta indica o maior nível de expressão. CGF/FAEM/UFPEL, 2014. (A) perfil de expressão do gene *OsWRKY19* sob estresse por submersão nos tratamentos controle e 6, 12, 24 e 48 horas sob estresse. (B) perfil de expressão do gene *OsWRKY19* analisado nos tratamentos controle e 4, 8 e 12 dias sob estresse.

Em estresse por excesso de ferro, o gene *OsWRKY19* (Figura 1B) apresentou alterações nos níveis de transcritos nas três cultivares estudadas. Os resultados demonstram que este gene é expresso em condições normais principalmente na cultivar Nipponbare a qual apresentou um maior número de transcritos. Foi possível observar também que na cultivar Nipponbare há alterações no número de transcritos nos tratamentos de 8 e 12 dias sob estresse. Ainda, em relação a cultivar BR IRGA 409 notou-se que há alteração no número de transcritos para este gene no tratamento de 12 dias sob estresse, diferente do observado na cultivar Epagri 108 o qual é possível verificar uma maior alteração no número de transcritos no tratamento de 8 dias sob estresse. Este resultado sugere que, a expressão do gene *OsWRKY19* no tratamento de 8 dias sob estresse na cultivar Epagri 108, pode estar relacionado a tolerância ao estresse já que esta é caracterizada como tolerante ao excesso de ferro e, diferente deste resultado, a expressão do gene *OsWRKY19* no tratamento de 12 dias sob estresse na cultivar BR IRGA 409 caracterizada pela sensibilidade ao excesso de ferro no solo.

Em estudos utilizando a técnica de microarranjo, foi possível verificar a expressão diferencial do gene *OsWRKY19* em estresse abiótico e estresse biótico sugerindo assim uma expressão deste gene nos diferentes estresses. O gene *OsWRKY19* bem como outros *OsWRKY* respondem a estresse osmótico bem como estresse por patógenos *Magnaporthe grisea* e *Magnaporthe oryzae* (BERRI et al, 2009). Em plântulas de arroz foram submetidas a estresses abióticos como frio, salinidade e seca, e tratamentos com fitormônios como ácido abscísico, auxinas, ácido giberélico, metil jasmonato e ácido salicílico foi verificado o perfil diferencial de expressão do gene *OsWRKY19* em qRT-PCR. Foi observado que não houve alterações na expressão gênica para nenhum tratamento com estresse abiótico, porém, os resultados demonstraram que o gene *OsWRKY19* foi subexpresso sob o tratamento com auxinas (RAMAMOORTHY et al, 2008). Estudos de microarranjo sobre estresses bióticos em arroz, verificaram o mecanismo molecular em resposta a *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzicola* mediadas pelo gene de milho *Rxo1*. Os resultados indicaram que este gene foi capaz de induzir fatores de transcrição WRKY, inclusive o gene *OsWRKY19*, que apresentou funções nas primeiras etapas da interação entre o arroz e a bactéria indicando que este gene desempenha um importante papel nas vias basais de defesa, como rota do ácido salicílico (ZHOU et al, 2010).

CONCLUSÃO

Com base nos resultados é possível concluir que o gene *OsWRKY19* é responsivo aos estresses abióticos de submergência e excesso de ferro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERRI, S.; ABBRUSCATO, P.; FAIVRE-RAMPANT, O.; BRASILEIRO, A. C.; FUMASONI, I.; SATOH, K.; KIKUCHI, S.; MIZZI, L.; MORANDINI, P.; PÉ, M. E.; PIFFANELLI, P. Characterization of WRKY co-regulatory networks in rice and Arabidopsis. **BMC Plant Biology**, v.9, n.120, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília, DF: SNDA/DNDV/CLAV. 365p, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife. (Boletim Técnico, 30), p. 341, 1973.
- BRESOLIN, A. P.; **Caracterização morfológica e análise da expressão gênica em arroz (*Oryza sativa* L.) sob estresse por ferro**. 2010. Tese (Doutorado em Agronomia)- Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- CHEN, L.; SONG, Y.; LI, S.; ZHANG, L.; ZOU, C.; YU, D. The role of WRKY transcription factors in plant abiotic stresses. **Biochimica et Biophysica Acta**, v.1819, p.120–128, 2012.
- LIVAK K.J.; SCHMITTGEN T.D. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the 2- $\Delta\Delta C_t$ method. **Methods**, v.25, p. 402–408, 2001.
- RAMAMOORTHY, R.; JIANG, S.; KUMAR, N.; VENKATESH, P. N.; RAMACHANDRAN, S. A comprehensive transcriptional profiling of the WRKY gene family in rice under various abiotic and phytohormone treatments. **Plant Cell Physiology**, v.49, n.6, p: 865–879, 2008.
- TRAN L. P.; NAKASHIMA M. K.; SAKUMA Y.; SIMPSON S. D.; FUJITA Y.; MARUYAMA K.; FUJITA M.; SEKI M.; SHINOZAKI K.; SHINOZAKI K. Y. Isolation and Functional Analysis of Arabidopsis Stress-Inducible NAC Transcription Factors That Bind to a Drought-Responsive cis-Element in the early responsive to dehydration stress 1 Promoter. **The Plant Cell**, v.16, p.2481–2498, 2004.
- XU, K.; XU, X.; FUKAO, T.; CANLAS, P.; MAGHIRANG-RODRIGUEZ, R.; HEUER, S.; ISMAIL, A.M.; BAILEY-SERRES, J.; RONALD, P.C.; MACKILL, D.J. Sub1A is an ethylene-response-factor-like gene that confers submergence tolerance to rice. **Nature**, v. 442, p. 705–708, 2006.
- YOSHIDA, S.; FORNO, D. A.; COCK, J. H.; GOMEZ, K. A. Laboratory manual for physiological studies of rice. Los Banos: IRRI, 1976.
- ZHOU, Y.; XU, M.; ZHAO, M.; XIE, X.; ZHU, L.; FU, B.; LI, Z. Genome-wide gene responses in a transgenic rice line carrying the maize resistance gene *Rxo1* to the rice bacterial streak pathogen, *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzicola*. **BMC Genomics**, v.11, n.78, 2010.

PARAMÊTROS RADICULARES DE CULTIVARES DE ARROZ SUBMETIDAS À TOXIDEX POR FERRO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA

Letícia F. Frizzo¹; Miriam Tavares²; Fernando T. Nicoloso³; Ruziele Q. Sandri⁴; Aniélen D. da Silva⁵; Julia G. Farias⁶

Palavras-chave: Sistema radicular; *Oryza sativa*; Excesso.

INTRODUÇÃO

O solo em condições de saturação de água, sem perdas por infiltração, torna-se um sistema fechado, mas com possibilidade de troca energia. Quando um solo é inundado, o equilíbrio anterior é alterado, pois a água desloca a fração gasosa dos espaços porosos, criando regiões de anaerobiose. O oxigênio livre presente no solo desaparece rapidamente em função da necessidade de energia (microrganismos aeróbios) para os processos biológicos, envolvendo transferência de elétrons das substâncias utilizadas como fonte de energia para as reações químicas consideradas como produto da respiração (PONNAMPERUMA, 1972). As alterações que acompanham a inundação ou a submersão do solo afetam significativamente a produtividade das culturas, isto porque a utilização de outros íons como aceptores de elétrons resulta em processos redox, alterando assim, a disponibilidade dos mesmos na solução do solo. Dentre estes íons, o ferro (Fe) é o principal fator de estresse nutricional na cultura do arroz (PONNAMPERUMA, 1972).

Segundo a literatura, dois tipos distintos de toxidez por excesso de Fe são caracterizados, um devido à absorção excessiva de Fe (toxidez direta ou bronzeamento); outro por deficiência nutricional múltipla (toxidez indireta ou alaranjamento), a qual promove redução na absorção de nutrientes, tais como N, Ca, Mg, K, P, Si, Na e Mn (SOSBAI, 2012).

Paralelo a tais aspectos, existem inúmeras evidências sugerindo que o excesso de Fe afeta o crescimento radicular e a disponibilidade de nutrientes, ocorrendo ainda uma grande variação de respostas entre cultivares ou de um mesmo cultivar para diferentes classes de solo (SOSBAI, 2012; PONNAMPERUMA, 1972).

Estudos apontam que modificações morfofisiológicas do sistema radicular podem aumentar a eficiência de aquisição, absorção de nutrientes como fósforo (P) e nitrogênio (N), resultando em modificações químicas na interface solo-raiz (ALVES et al., 2002). De acordo com os mesmos autores, tais variações ajudam a explicar a adaptação de espécies e cultivares às diversas condições de estresse ambiental e formam a base genética para programas de melhoramento. No entanto, mesmo com a introdução de cultivares modernas com alta capacidade produtiva pelos programas de melhoramento, pouca atenção tem sido dada à busca por características morfo-radulares que estejam associadas a maior capacidade de absorção de nutrientes (HOLZSCHUH, 2011). Diante do exposto, objetivou-se comparar características morfo-radulares de cultivares de arroz expostas a diferentes níveis de Fe.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação semi-climatizada, localizada na área do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Santa Maria /RS. As cultivares de

¹ Eng. Agr. Mestranda em Agrobiologia, Universidade Federal de Santa Maria, leticia.frizzo@live.com

² Eng. Agr. Doutoranda em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria

³ Prof. Dr. Fisiologia e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Santa Maria.

⁴ Bióloga, Mestranda em Agrobiologia, Universidade Federal de Santa Maria.

⁵ Bióloga, Mestranda em Bioquímica, Universidade Federal de Santa Maria.

⁶ Bióloga, Doutoranda em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.

arroz usadas foram: IRGA 425 e IRGA 424 (Fe-tolerante), BR IRGA 409 (Fe-sensível), IAS 12-9 FORMOSA (não apresenta classificação quanto à resposta a toxidez por Fe).

Inicialmente as sementes foram umedecidas em água destilada permanecendo a 25°C, no escuro, durante 24 horas. As sementes pré-germinadas foram transferidas para vasos plásticos revestidos com papel filtro e parcialmente fechados, sendo irrigadas com água destilada durante sete dias. Após este período, as plântulas de arroz foram transferidas para o cultivo hidropônico com solução nutritiva, em vasos com capacidade de 1,2 L, sendo alocadas 3 plantas por vaso.

Foi utilizada a solução nutritiva desenvolvida por Yoshida (1976) com pequenas modificações. Utilizou-se como fonte de Fe o EDTA-FeSO₄, nas concentrações de 2, 100, 200 e 300 ppm. O período experimental foi de 15 dias, onde se corrigiu diariamente o pH da solução nutritiva para 4,5, com adição de HCl ou NaOH 0,5 M.

As plantas foram aclimatizadas por 5 dias e após este período fez-se a aplicação dos tratamentos de Fe. Aos 10 dias após a aplicação dos tratamentos, as plantas foram coletadas para as avaliações morfológicas. As plantas foram separadas em parte aérea e raízes, sendo as raízes lavadas com água destilada e digitalizadas com scanner individualmente. Após o processo de digitalização, as imagens obtidas foram avaliadas utilizando-se o software WinRHIZO. Foram avaliados os parâmetros: diâmetro, o número de pontas e de ramificações das raízes. Os dados foram analisados estatisticamente, considerando-se a média de 4 plantas de cada cultivar para cada nível de Fe. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguido pelo teste de Tukey

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se interação entre os fatores doses de Fe e cultivares para o número de ramificações das raízes. Enquanto as demais variáveis, diâmetro radicular e número de raízes apresentaram diferenças significativas quanto o efeito isolado das doses de Ferro e cultivares estudadas (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância para Diâmetro radicular em milímetro (Draiz), Número de raízes (Nraiz) e Número de ramificações radiculares (Rraiz) das cultivares IRGA 424, IRGA 425, BR IRGA 409 e IAS 12-9 Formosa, submetidas a diferentes níveis de Ferro (2, 100, 200 e 300 ppm), em solução nutritiva. Santa Maria, RS. 2015.

Fontes de Variação	Gl	Draiz(mm)	Nraiz (planta ⁻¹)	Rraiz (planta ⁻¹)
Ferro (Fe)	3	0,04570**	1283398,29**	10204836,14*
Cultivar (CV)	3	0,05170**	505860,04**	3314132,14**
Fe*CV	9	0,003129 ^{ns}	57596,83 ^{ns}	400546,90*
Rep	3	0,000443	28249,04	149025,68
Erro	45	0,00235	33444,31	181903,51
Total	63			
CV (%)		18,36	19,41	21,92

*Significativo a 5%; ** Significativo a 1% ; ^{ns} Não significativo

Analisando o efeito isolado das doses de Fe, observou-se que as cultivares IRGA 424, IRGA 425 e IAS 12-9 Formosa obtiveram maior número de ramificações no tratamento controle (2 ppm) com (3297,00; 4084,25, 2675, planta⁻¹) respectivamente em relação aos demais níveis de Fe. O mesmo foi observado na cultivar BR IRGA 409, contudo na dose 100 ppm Fe não houve diferenças significativas em relação ao controle (2211,25 e 1781,00 planta⁻¹, respectivamente). Comparando-se as cultivares em cada dose de Fe, verificou-se que nas doses 2, 100 e 200 ppm, as cultivares IRGA 425 e IRGA 424, obtiveram maior número de ramificações em relação a cultivar BR IRGA 409. Entretanto, na dose de 300 ppm não ocorreu diferença significativa entre as cultivares (Tabela 2). Onaga et al. (2013), verificaram vários níveis de expressão dos sintomas promovidos pelo excesso de Fe; bem como destacaram que os genótipos submetidos a 1000 mg/l de Fe, apresentaram uma redução considerável na

densidade de raízes, quando comparadas com o controle.

Tabela 2. Diâmetro radicular em milímetro (Draiz), Número de raízes (Nraiz) e Número de ramificações (Rraiz) das cultivares IRGA 424, IRGA 425, BR IRGA 409 e IAS 12-9 Formosa, submetidas a diferentes níveis de Ferro (2, 100, 200 e 300 ppm), em solução nutritiva. Santa Maria, RS. 2015.

Doses (ppm)	Cultivares			
	IAS 12-9 FORMOSA	Br/IRGA409	IRGA 424	IRGA 425
	Número de ramificações (planta ⁻¹)			
2	2675.5 BCa	2211.25 Ca	3297 ABa	4084.25 Aa
100	1514.5 Bb	1781 Bab	1884.75 ABb	2599.75 Ab
200	1365.5 ABb	993 Bbc	1876.5 Ab	1844.5 Abc
300	1335.5 Ab	884.5 Ac	1285.75 Ab	1521.75 Ac
	Número de raízes (planta ⁻¹)			
Doses (ppm)	Cultivares			
2	1198,50 a		IRGA 425	1063,50 a
100	912,37 b		IRGA 424	905,00 a
200	723,68 c		BR IRGA 409	728,61 b
300	534,43 d		IAS12-9 Formosa	671,68 b
	Diâmetro radicular (mm)			
Doses (ppm)	Cultivares			
2	0,1993 a		IRGA 425	0,2661 b
100	0,2781 b		IRGA 424	0,2500 b
200	0,3187 b		BR IRGA 409	0,2888 a
300	0,3056 b		IAS12-9 Formosa	0,3675 a

Letras minúsculas comparam na coluna; Letras maiúsculas comparam na Linha

Interessantemente, o diâmetro médio radicular apresentou uma resposta oposta ao número de ramificações radiculares, ocorrendo diâmetros menores no tratamento controle (2ppm) em relação aos demais níveis testados. Adicionalmente, verifica-se que os menores diâmetros foram apresentados pelas cultivares tolerante (IRGA 425 e IRGA 424), com 0,2661 e 0,2500 mm, respectivamente. Enquanto, a IRGA 409 e IAS 12-9 Formosa apresentaram os maiores diâmetros com 0,2888 e 0,3675 mm (Tabela 2). Sousa et al. (2006) destacam que os principais sintomas de toxidez por Fe em arroz são inicialmente evidenciados nas raízes das plantas que tendem a paralisar seu crescimento e aumentar a espessura (engrossamento), podendo estes sintomas se manifestar em variados estádios de desenvolvimento da planta.

Zhang et al. (2011) verificou que o excesso de Fe nas raízes de arroz reduz o desenvolvimento das células da região periférica das raízes e causa o espessamento das paredes celulares das células da coifa, eles atribuem esse espessamento às secreções de polissacarídeos pelas células, as quais podem combinar-se com o Fe²⁺. Ocasionalmente possivelmente um maior espessamento da parede celular e, consequentemente influenciando no diâmetro radicular.

Para a variável número de raízes, percebe-se que plantas cultivadas sob condições de controle (2ppm Fe) produziram maior número de raízes com 1198,50 planta⁻¹, contudo com o incremento de Ferro (100, 200, 300 ppm), resultou na redução das mesmas drásticas (912,37; 723,68 e 534,43 planta⁻¹), respectivamente. Considerando as cultivares observa-se que as cultivares tolerantes (IRGA 425 e IRGA 424), apresentaram maior número de raízes (1063,50; 905,00 planta⁻¹), em relação a cultivar sensível (BR IRGA 409) e IAS 12-9 Formosa com (728,61; 671,68 planta⁻¹), respectivamente (Tabela 2). De acordo com Ward et al. (2008), o excesso de Fe ocasiona inibições no meristema apical; consequentemente ocasionando reduções no crescimento. Estes resultados também demonstram as distintas variações nas características genéticas entre as cultivares estudadas, pois as cultivares

tolerantes (IRGA 424 e IRGA 425) demonstraram melhores desempenhos entre os parâmetros analisados quando comparadas a demais cultivares BR IRGA 409 (sensível) e IAS 12-9 Formosa.

CONCLUSÃO

São notórias as reduções acentuadas no número de raízes, bem como no número de ramificações radiculares, com incremento de Fe na solução nutritiva. As cultivares testadas tiveram aumento no diâmetro de raízes com o aumento das doses do Fe. Ocorreu respostas distintas ao excesso de Fe^{2+} entre os parâmetros testados, indicando que o estudo de características radiculares são bons indicadores de tolerância ao Fe^{2+} .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES V. M. C. et al. Cinética de absorção de fósforo e crescimento do sistema radicular de genótipos de milho contrastantes para eficiência a fósforo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.1, p.85-92, 2002.

HOLZCHUCH, M.J. **Nitrato no suprimento de nitrogênio para arroz cultivado sob alagamento**. 2011. 149 f. Tese de Doutorado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ONAGA, G., EDEMA, R., ASEA, G. Tolerance of rice germplasm to iron toxicity stress and the relationship between tolerance, Fe^{2+} , P and K content in the leaves and roots. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 59, n.2, p. 213-229, 2013.

PONNAMPERUMA, F.N. The chemistry of submerged soils. **Advances in Agronomy**, v. 24, p. 29-96, 1972.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). Arroz irrigado: recomendações técnicas de pesquisa para o Sul do Brasil. Itajaí: SOSBAI, 2012. 179p.

SOUSA, R. O. de; CAMARGO, F. A. O.; VAHL, L. C. Solos alagados – Reações de Redox. In: MEURER, E.J. (3 ed.). **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre, RS: Ed. Evangraf, p.185-211, 2006.

YOSHIDA, S.; FORNO, D. A.; COCK, J. H.; GOMEZ, K. A. (Ed). **Laboratory Manual for Physiological Studies of Rice**. Manila: International Rice Research Institute- IRRI, 1976.

WARD, J. T. et al. The effect of iron on the primary root elongation of Arabidopsis during phosphate deficiency. **Plant Physiology**. Rockville, v. 147, n. 3, p. 1181-1191, June 2008.

ZHANG, Y. et al. Morphological and physiological responses of root tip cells to Fe^{2+} toxicity in rice. **Acta Physiol Plant**, v. 33, p. 683-689, 2011.

PERFORMANCE DE LINHAGENS ELITE DE ARROZ IRRIGADO EM ENSAIOS DE RENDIMENTO, SAFRA 2013/14

Adriano Pereira de Castro¹; Paula Pereira Torga²; Orlando Peixoto de Moraes³; José Manoel Colombari Filho⁴; Antônio Carlos Centeno⁵.

Palavras-chave: Produtividade de grãos, resistência a doenças, tolerância ao acamamento.

INTRODUÇÃO

O arroz, cereal mais importante para alimentação humana (FERREIRA, 2006; SUBUDHI, 2006), é produzido no Brasil em várzeas com irrigação e em terras altas, em condições de sequeiro. O arroz irrigado, responsável por 85% da produção brasileira (AGRIANUAL, 2015), é caracterizado pelo emprego de alta tecnologia, com altas produtividades, sendo cultivado em dois principais centros: o Sul do País e as várzeas tropicais do Centro-Oeste, Norte e Nordeste. O cultivo nas áreas tropicais é relevante devido ao potencial de expansão da produção, inclusive com a possibilidade de dois cultivos por ano em algumas regiões.

O arroz irrigado da região tropical possui alguns entraves que prejudicam sobremaneira a produção. A brusone é considerada o maior fator restritivo no estado do Tocantins (TO), e em plantios tardios em algumas regiões do Mato Grosso do Sul (MS). As doenças mancha-de-grãos e queima-da-bainha, consideradas pouco importantes até recentemente, já causam danos ao arroz e aumento nos custos de produção, comparáveis à brusone. Em regiões próximas ao Pantanal Mato-Grossense e em TO, observa-se alta incidência de insetos-praga, principalmente percevejos do grão (*Oebalus sp.*) e do colmo (*Tibraca sp.*). O controle depende de práticas de manejo das suas populações.

O Programa de Melhoramento de Arroz da Embrapa (MelhorArroz) completa nesse ano 40 anos de existência, sendo um dos mais antigos da Empresa. Os resultados obtidos desde então foram responsáveis por grandes transformações na orizicultura nacional, não só pelo desenvolvimento de tecnologias como também na organização e estímulo de diversas instituições de pesquisa e transferência de tecnologias no desenvolvimento local do arroz. Apesar dos ganhos genéticos alcançados, da melhoria da qualidade de grãos e do aumento da produtividade das lavouras, há necessidade de um trabalho contínuo no desenvolvimento de novas cultivares, com características que atendam a crescente exigência dos produtores, indústria e consumidores finais. O MelhorArroz tem por desafio o desenvolvimento de cultivares produtivas, com boas características agronômicas e alta qualidade de grãos, resistentes aos estresses bióticos e abióticos, e com boa adaptação às diversas regiões de cultivo do arroz irrigado no Brasil. O objetivo deste trabalho foi selecionar linhagens elite de arroz irrigado para cultivo em ambiente tropical, pela análise de Ensaios Regionais de Rendimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Os Ensaios Regionais de rendimento (ER) destinam-se à avaliação e seleção das linhagens elite que irão compor os ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU). Neste trabalho foram utilizados os ensaios ER da safra 2013/14 instalados em Formoso do Araguaia-TO, Cantá-RR e Goianira-GO. Nesses ensaios foram testados 36 genótipos, sendo 34 linhagens

¹ Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO 462, km 12, Zona Rural, 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO, adriano.castro@embrapa.br

² Doutor em Genética e melhoramento de Plantas, Embrapa Arroz e Feijão.

³ Doutor em Genética e melhoramento de Plantas, Embrapa Arroz e Feijão.

⁴ Doutor em Genética e melhoramento de Plantas, Embrapa Arroz e Feijão.

⁵ Doutor em Genética e melhoramento de Plantas, Embrapa Roraima

F_{5,8} e duas cultivares como testemunhas (BRS Tropical e BRS Jaçanã).

O delineamento experimental utilizado foi o látice quadrado 6x6 com três repetições. Cada parcela foi constituída por quatro linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas de 17 cm. Os tratos culturais foram os mesmos recomendados para a cultura do arroz irrigado na região. No caso do controle de doenças, não foram utilizados fungicidas, já que a resistência às mesmas fez parte das avaliações dos experimentos.

Foram avaliados os seguintes caracteres: resistência às doenças brusone foliar (Viveiro Nacional de Brusone - VNB), brusone de pescoço, escaldadura, mancha-parda e mancha-de-grãos (avaliadas por meio da escala de notas de 1 a 9, em que 1 – plantas sem sintomas da doença e 9 – sintomas severos), acamamento (avaliado por meio da escala de notas de 1 a 9, em que 1 – plantas sem acamamento e 9 – todas as plantas completamente acamadas), floração (dias até a floração média), altura de plantas (cm) e produtividade de grãos (kg ha⁻¹). Características relacionadas à qualidade de grãos também foram avaliadas: comprimento (C), largura (L) e relação C/L dos grãos, gessados; cocção com 30 e 60 dias após colheita; teor de amilose e temperatura de gelatinização; rendimento de grãos inteiros e renda total.

Os resultados dos ERs foram analisados individualmente e em conjunto através do programa SAS® (SAS Institute 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os três ensaios regionais foram analisados individualmente para determinação da precisão experimental. Os ensaios de Goianira e Cantá obtiveram baixos coeficientes de variação, 10,9 e 8,2 %, respectivamente. Já o ensaio conduzido no Formoso do Araguaia apresentou coeficiente de variação de 29 %, valor considerado alto. Dessa forma, o ensaio de Formoso do Araguaia foi descartado e os demais aproveitados para análise conjunta. O ensaio conduzido em Goianira apresentou média de produção de grãos de 9.134 kg ha⁻¹, com seis linhagens produzindo mais de 10 t ha⁻¹. Já o ensaio conduzido em Cantá obteve média de produção de 7.026 kg ha⁻¹.

A análise estatística conjunta dos dados permitiu a detecção de significância para o efeito de locais, repetição dentro de local, blocos dentro de repetição dentro de local, genótipos e para a interação genótipo x local (Tabela 1). A detecção de significância entre os locais de realização dos ensaios pode ser verificada pela resposta distinta da média dos genótipos em cada ambiente. Essa diferença entre locais chegou a 2.108 kg ha⁻¹, ou mais de 23 % de incremento da produção média. Já a ocorrência de significância para a interação genótipo x local, demonstra a ocorrência de variação do comportamento dos genótipos dependendo do local de realização do ER. Foi detectada diferença significativa entre os genótipos a 1 % de probabilidade pelo teste F, o que era esperado, principalmente considerando-se a diversidade genética dentro do conjunto de genótipos.

Tabela 1. Análise de variância conjunta para o caráter produtividade de grãos (em kg ha⁻¹). FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; Pr > F: significância de F.

FV	GL	QM	Pr > F
LOCAIS (L)	1	225619334,5	<,0001
REPETIÇÕES (R)/L	4	6315464,1	<,0001
BLOCOS /R/L	30	1430118,2	0,002
GENÓTIPOS (G)	34	4018146,1	<,0001
G * L	34	2829802,9	<,0001
ERRO	112	661906	
CV%	10,07		
MÉDIA	8079,96		

* e **: significativo 5% e 1%, respectivamente.

A tabela 2 mostra o comportamento das linhagens que se destacaram e testemunhas quanto as diferentes características avaliadas. Com relação a resistência a doenças, característica fundamental em uma nova cultivar indicada para o sistema irrigado tropical, as linhagens no geral apresentaram ótimo comportamento. As cultivares testemunhas, BRS Jaçanã e BRS Tropical, apesar de serem desenvolvidas para condições tropicais de cultivo já não se mostram resistentes à brusone em áreas de produção. Esse fato é justificado pela "quebra da resistência" dessas cultivares pelo patógeno, já que as mesmas lançadas comercialmente em 2006 e 2009, respectivamente, eram resistentes. Como as testemunhas também apresentaram ótimos resultados nos ensaios, pode-se concluir que a pressão da doença na safra 2013/14 foi muito baixa. Em relação às testemunhas, apenas três linhagens tiveram pior comportamento para brusone de pescoço e foram eliminadas. Para as outras doenças, o mesmo comportamento se repete, com poucas linhagens mais suscetíveis que as testemunhas.

Outra característica agrônômica fundamental em uma nova cultivar para a região tropical é a tolerância ao acamamento. Três linhagens apresentaram alguma suscetibilidade ao acamamento com notas três no ensaio de Cantá, sendo consequentemente descartadas.

Tabela 2. Resultados da análise conjunta para os diferentes genótipos. PROD-M: produtividade média dos dois ensaios; Prod_GO e Prod_RR: produtividade em Goianira e Cantá respectivamente; Flo: dados de floração (dias); Alt: dados de altura de plantas (cm); ACA: tolerância ao acamamento; VNB: reação à brusone foliar; BP: reação à brusone de pescoço; ESC: reação à escaldadura; MP: reação à mancha-parda; MG: reação à mancha-de-grãos. Genótipos ranqueados em ordem decrescente de produtividade.

Class	Genótipo	PROD_M	Prod_GO	Prod_RR	Flo	Alt	ACA	VNB	BP	ESC	MP	MG
1	AB101016	9894	11191	8598	85	97	1	1,9	1	1,3	1	1,3
2	AB121037	9646	10483	8809	76	94	1	2,2	1	3,3	1	2
3	AB121041	9616	11331	7900	80	96	1	2,3	1,3	1,7	1,7	1
4	AB10589	9303	10396	8210	76	91	1	2,3	1	1,7	5,3	2,7
5	AB101026	9064	10942	7186	74	93	1	2,2	1	2,5	1,5	1,2
6	AB11549	8752	9563	7942	76	85	1	2,2	1	2,7	1,3	1,3
8	AB121042	8597	9926	7268	81	96	1	2,1	1	1	1,3	1
9	AB121036	8584	9247	7920	76	90	1	2,1	1	2,3	1	1,7
12	AB121039	8294	9451	7137	80	97	1	2,2	1	1,3	2	1,7
15	AB121069	8143	9947	6339	74	94	1	2,3	1,3	2,7	1,3	1
17	AB121033	8091	9067	7115	83	92	1	2,4	1,3	1	2,3	1,7
19	AB09023	7995	8681	7309	77	92	1	1,9	1	4	1	1,7
20	AB121038	7949	9894	6003	76	92	1	2,2	1	2	1	2
22	AB121030	7900	8677	7123	87	97	1	2,5	1,3	1,3	1,7	1,7
25	AB11039	7743	9159	6328	73	92	1	2,3	1,3	2,7	1	2
27	AB11502	7415	7394	7436	77	96	1	2,7	1,3	2	1,7	1,7
29	AB11514	7285	8577	5994	76	93	1	2,1	1	2,3	1,3	1,3
11	BRS_Tropical	8480	9312	7648	82	101	1	2,2	1,3	1,7	2,7	1,7
28	BRS_Jaçanã	7402	8861	5944	75	91	1	2,3	1,3	4	2,3	2

Entre os genótipos testados, destacaram quanto à produtividade as linhagens AB101016, AB121037, AB121041, AB10589 e AB101026, todas com produtividade média acima de 9.000 kg ha⁻¹. Já as testemunhas BRS Jaçanã e BRS Tropical produziram 7.402 e 8.480 kg ha⁻¹, respectivamente. No geral, das 34 linhagens testadas, oito produziram em média a mais que a melhor testemunha, BRS Tropical. Na Figura 1 estão representadas as médias das linhagens selecionadas (8.490 kg ha⁻¹), eliminadas (7.541 kg ha⁻¹) e testemunhas (8.104 kg ha⁻¹).

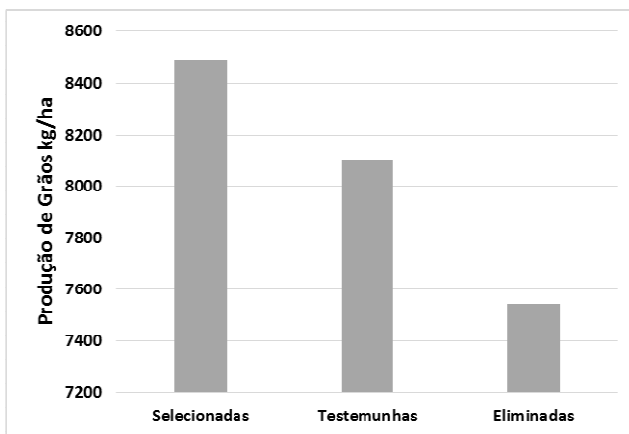


Figura 1. Gráfico representativo da produtividade em kg ha⁻¹ das médias das linhagens selecionadas, linhagens eliminadas e testemunhas.

A seleção de linhagens elite para composição dos ensaios VCU leva em consideração, além de produtividade e demais características agronômicas de interesse, resistência à doenças e qualidade de grãos (dados não apresentados). As linhagens que apresentarem o melhor conjunto considerando todas as características avaliadas foram avançadas para o VCU.

CONCLUSÃO

Das 34 linhagens testadas, 17 foram selecionadas por combinarem alta produtividade de grãos, boa arquitetura de plantas, resistência às principais doenças do arroz e boa qualidade de grãos e compuseram os ensaios de VCU safra 2014/15 de arroz irrigado em condições tropicais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL: Anuário estatístico da agricultura brasileira. Arroz. São Paulo: FNP – Consultoria e Comércio, 2015. p.153-162.

FERREIRA, C. M.; RUCATTI, E. G.; MÉNDEZ DEL VILLAR, P. **Produção e aspectos econômicos.** In: SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. de A. (Ed.). A cultura do arroz no Brasil. 2. ed. rev. ampl. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 97-116

SAS INSTITUTE (2012). **SAS/STAT 9. User's guide.** SAS Inst., Cary, NC.

SUBUDHI, P. K.; SASAKI, T.; KHUSH, G. S. Rice. In: KOLE, C. (Ed.). **Genome mapping and molecular breeding in plants.** Heidelberg: Springer, p. 1-78, 2006..

POTENCIAL DE LINHAGENS ELITE DE ARROZ IRRIGADO PARA REGIÃO TROPICAL DO BRASIL

Juliana Marques Ferrari¹; Gilberto Guerra de Almeida Neto²; Joicy de Farias Lucas²; Paulo Henrique Ramos Guimarães³; Adriano Pereira de Castro⁴; Paula Pereira Torga⁴; Antônio Carlos Centeno Cordeiro⁵.

Palavras chaves: *Oryza sativa*, ensaios preliminares, seleção de plantas.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um alimento básico para aproximadamente metade da população mundial. No Brasil, juntamente com o feijão, desempenha importante papel como componente da cesta básica, sendo essencial nos estratos mais carentes da população. Também é consumido de forma ampla nos estratos sociais de maior renda e em todas as faixas etárias, fazendo parte da cultura e tradição brasileira (Ferreira et al., 2005). A produção brasileira é obtida em dois sistemas de cultivo: várzeas e terras altas, respondendo respectivamente por 85 % e 15 % da produção nacional (Wander & Silva, 2013; Agrianual, 2015). O arroz irrigado é cultivado no Brasil em duas principais regiões: o Sul do país e as várzeas tropicais do Centro-Oeste, Norte e Nordeste. O cultivo nas áreas tropicais é relevante devido ao potencial de expansão da produção, inclusive com a possibilidade de dois cultivos por ano (Guimarães et al., 2006).

O Programa de Melhoramento de Arroz da Embrapa (MelhorArroz) completa nesse ano 40 anos de existência, sendo um dos mais antigos da Empresa. Os resultados obtidos desde então foram responsáveis por grandes transformações na orizicultura nacional, não só pelo desenvolvimento de tecnologias como também na organização e estímulo de diversas instituições de pesquisa e transferência de tecnologias no desenvolvimento local do arroz. Apesar dos ganhos genéticos alcançados, da melhoria da qualidade de grãos e do aumento da produtividade das lavouras, há necessidade de um trabalho contínuo no desenvolvimento de novas cultivares, com características que atendam a crescente exigência dos produtores, indústria e consumidores. O MelhorArroz tem por desafio o desenvolvimento de cultivares produtivas, com boas características agronômicas e alta qualidade de grãos, resistentes à estresses bióticos e abióticos, e com boa adaptação às diversas regiões de cultivo do arroz irrigado no Brasil.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar e selecionar linhagens elite de arroz irrigado nos Ensaios Preliminares de rendimento (EP) para as fases subsequentes do programa de melhoramento genético de arroz de irrigado da Embrapa para região tropical do país.

MATERIAL E MÉTODOS

Os Ensaios Preliminares (EP) foram conduzidos durante o ano agrícola de 2013/2014, em Goianira-GO e Cantá-RR. Foram avaliados 49 genótipos de arroz irrigado, sendo 47 linhagens F_{5;7} e duas cultivares como testemunhas: BRS Tropical e BRS Jaçanã. O delineamento experimental utilizado foi o látice (7x7), com três repetições. Cada parcela constituiu-se de quatro linhas de 5,0 m e espaçamento de 0,17 m entre linhas. A área útil foi constituída pelos 4 m centrais das duas linhas internas (1,36 m²).

¹Graduanda em agronomia - EA/UFG, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO, CEP 74001-970. e-mail: juliana.ferrari92@gmail.com.

²Graduandos em Agronomia - Uni-Anhanguera, Goiânia, GO.

³Doutorando em Genética e Melhoramento de Plantas - EA/UFG.

⁴Pesquisadores Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO 462, km 12 Zona Rural, Santo Antônio de Goiás-GO.

⁵Pesquisador Embrapa Roraima.

Foram avaliados os caracteres produção de grãos (PG, kg ha⁻¹), altura de planta (AP, cm) e dias para floração (FLO), resistência às doenças brusone foliar (BF), brusone de pescoço (BP), escaldadura (ESC), mancha-parda (MP) e mancha-de-grãos (MG) (avaliadas por meio da escala de notas de 1 a 9, em que 1 – plantas sem sintomas da doença e 9 – sintomas severos) e acamamento (ACA) (avaliado por meio da escala de notas de 1 a 9, em que 1 – plantas sem acamamento e 9 – todas as plantas completamente acamadas). As análises foram realizadas conforme o modelo: $Y_{ijkl} = \mu + l_i + r_{j/l} + b_{k/j} + g_i + gl_{il} + e_{ijkl}$, em que: Y_{ijkl} : é a observação do genótipo i , no bloco k da repetição j no local l ; μ : é a média geral; l_i : é o efeito de local l , sendo $l = 1, 2$; $r_{j/l}$: é o efeito da repetição j dentro do local l ; $b_{k/j}$: é o efeito do bloco k dentro da repetição j no local l , sendo $k = 1, 2, \dots, 7$; g_i : é o efeito do genótipo i , sendo $i = 1, 2, \dots, 49$; gl_{il} : é o efeito da interação do genótipo i e local l ; e e_{ijkl} : é efeito do erro experimental associado à $ijkl$ -ésima observação, assumindo-se $e_{ijkl} \cap \text{NID}(0, \sigma^2)$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se diferenças significativas para o efeito de tratamentos para os caracteres PG e AP ($p \leq 0,01$). Isto é indicativo, de que as linhagens avaliadas apresentaram comportamento diferenciado para estes caracteres (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância conjunta para o caráter produção de grãos (PG, em kg ha⁻¹) e altura de plantas (AP, em cm).

FV	GL	QM	
		PG	AP
Local	1	667.347.546,7**	8700,72**
Rep (Local)	4	7.485.795,5**	62,68 **
Bloco (Local x Rep)	36	636.869,3 ^{ns}	20,18**
Genótipos	48	3.072.983,3**	53,35 **
Genótipo x Local	47	1.705.900,1**	17,62*
Resíduo	154	648.613,00	11,23
Média	-	8.805,46	96,46
CV(%)	-	9,15	3,47

^{ns}, ** e *: não significativo e significativos à 1% e 5%, respectivamente, pelo teste F.

Observou-se efeito significativo para interação entre genótipos e locais, ou seja, o comportamento destes foi dependente do local onde foram avaliados. A média geral para produção de grãos foi de 8.805,46 kg ha⁻¹, no entanto, verificou-se que a média de PG em Goianira (10.301 kg.ha⁻¹) foi maior que a média em Cantá (7.278 kg.ha⁻¹). Essa diferença na PG entre os dois ambientes provavelmente ocorreu em função da pressão de doenças existente em Cantá, principalmente brusone.

Entre as linhagens avaliadas, cabe destacar quanto à PG as linhagens AB131092, AB131088, AB131088, AB131091 e AB131087, estas apresentaram PG média acima de 9.500 kg.ha⁻¹, superior à média das testemunhas utilizadas (8.374,51 kg ha⁻¹). A produtividade de grãos para as linhagens selecionadas, linhagens descartadas e testemunhas foi respectivamente 8.933,35 kg.ha⁻¹, 8.703,04 kg.ha⁻¹ e 8.374,5 kg.ha⁻¹ respectivamente (Figura 1). Isto denota a eficiência do programa em desenvolver linhagens superiores, pois na média as linhagens selecionadas são mais produtivas do que as testemunhas e linhagens descartadas.

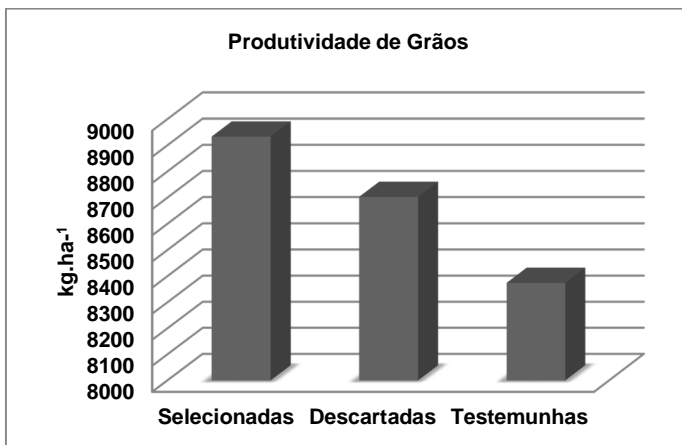


Figura 1. Produtividade de grãos em kg.ha⁻¹ de linhagens selecionadas, linhagens descartadas e testemunhas

O desenvolvimento vegetativo das plantas expresso pela AP variou entre 88,14 a 102,42 cm (média geral 96,46 cm). Observou-se que das 47 linhagens avaliadas 32 apresentaram AP menor do que as testemunhas utilizadas. A média de altura de plantas para as linhagens selecionadas foi de 95,61 cm, as linhagens descartadas tiveram média de 96,78 cm, e as testemunhas 99,5 cm (Figura 2). Observou-se redução na AP das linhagens selecionadas evidenciando avanços no programa de melhoramento de arroz irrigado da Embrapa. Em geral, plantas mais altas possuem maior tendência ao acamamento, entretanto este não é o fator determinante, fatores ambientais (ventos) e relativos a própria planta (produtividade, diâmetro e resistência do colmo, adesão das bainhas aos entrenós) podem influenciar no acamamento das plantas.

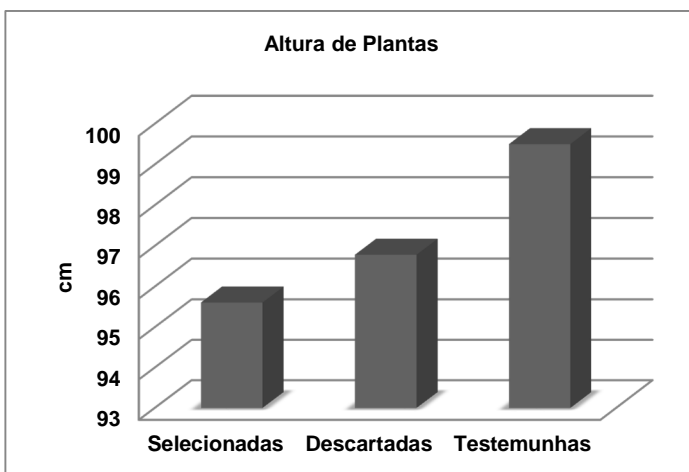


Figura 2. Altura de plantas em centímetros das de linhagens selecionadas, linhagens descartadas e testemunhas.

A média dos dias para floração entre os materiais avaliados foi de 69,7 para linhagens selecionadas, 71,2 para linhagens descartadas e 70 para as testemunhas, não havendo assim, redução no ciclo desses materiais. Segundo a EMBRAPA (2005), o ciclo nos estados produtores, excetuando o Rio Grande do Sul, é definido como precoce (< 120 dias), médio (121-135 dias), semi-tardio (136-150 dias) e tardio (> 150 dias). Desse modo, as linhagens avaliadas são super-precoces, não havendo necessidade de redução nos dias de floração.

O ACA é um carácter de grande importância, sua ocorrência está ligada à dificuldade de colheita e prejuízo da qualidade de grãos de arroz. As médias de ACA das linhagens selecionadas, testemunhas e linhagens descartadas foram de 1, 2 e 1,9, respectivamente, o que caracteriza materiais tolerantes ao acamamento. Para ESC as linhagens selecionadas, testemunhas, e linhagens descartadas receberam as notas 2,6, 3,5 e 3, respectivamente. A média de notas para MP foi 2,5, 3 e 2,7 para linhagens selecionadas, testemunhas e linhagens descartadas, respectivamente. As linhagens selecionadas receberam nota média para MG de 2,1, as testemunhas 2, e as linhagens descartadas 2,3. As médias de notas para BP das linhagens selecionadas, testemunhas e linhagens descartadas foram de 1,3, 1,5 e 1,3, respectivamente. Estes valores evidenciam a eficiência do programa em selecionar materiais tolerantes às principais doenças do arroz, o que se torna um desafio ainda maior quando tratado em regiões de clima tropical.

CONCLUSÃO

Das 47 linhagens avaliadas, vinte e três foram selecionadas para compor o Ensaio Regional de Rendimento (ER) da safra 2014/15 por terem se destacado quanto aos caracteres avaliados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2015. **Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP – Consultoria & Agroinformativos, 2015, p.409-444.

COSTA, N. H. A. D. et al. **Novos métodos de classificação de coeficientes de viação para a cultura do arroz de terras altas**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 37, n.3, p.243-249, mar. 2002.

EMBRAPA. **Cultivo do Arroz Irrigado no Brasil**. Embrapa Clima Temperado. Sistemas de Produção, 3. ISSN 1806-9207 Versão Eletrônica. Nov./2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoBrasil/cap05.htm#importancia>>. Acesso em: 23 jun. 2015.

FERREIRA, C. M.; PINHEIRO, B. S.; MORAIS, O. P. **Qualidade do arroz no Brasil: evolução e padronização**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005, 61 p.

GUIMARÃES, C. M.; SANTOS, A. B.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; STONE, L. F. Sistemas de cultivo. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 53-96.

WANDER, A. E. ; SILVA, O. F. da. **Sustentabilidade econômica da cultura do arroz no Brasil**. In: 51º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural - SOBER, 2013, Belém-PA. **Anais...** Brasília - DF: SOBER, 2013. p. 1-13

PROGRESSO GENÉTICO DO PROGRAMA DE MELHORAMENTO DE ARROZ IRRIGADO DA EMBRAPA NO RS APÓS LANÇAMENTO DE CULTIVARES SEMI-ANÃS

Eduardo Anibele Streck¹; Gabriel Almeida Aguiar²; Ariano Martins de Magalhães Jr.³; Paulo Ricardo Reis Fagundes⁴; Orlando Peixoto de Moraes⁵; Matheus Huber⁶; Tuise Kuhn Krüger⁷

Palavras-chave: produtividade, ganho genético, *Oryza sativa*, variedades modernas.

INTRODUÇÃO

A contribuição do melhoramento de plantas para produção de grãos tem sido estudada em diversas culturas. Estes estudos evidenciam majoritariamente que o melhoramento de plantas proporcionou ganhos de produtividade. Assim, é de extrema importância o monitoramento da eficiência do programa de melhoramento via obtenção de estimativas de ganho genético, de forma a, analisar criticamente a eficiência do programa e planejar novas ações e estratégias para o desenvolvimento e liberação de novas cultivares.

Neste sentido, foram desenvolvidos métodos para estimativa do ganho genético, em cada par de anos consecutivos (biênio), com base nos resultados das médias de produtividade das cultivares obtidas nos ensaios de competição, para saber se a troca de cultivares, resulta em ganho de produtividade (Vencovsky et al., 1986). Nesse método, a diferença entre a produtividade média dos tratamentos comuns, a cada par de anos, estima o efeito do ano, e é fundamental que haja grande número de cultivares comuns para se obter uma estimativa precisa da variação ambiental entre os anos de avaliação. O ganho genético anual é obtido pela diferença entre a produtividade média das cultivares de um ano e a do ano imediatamente anterior, excluindo-se o efeito do ano. Aplicações desse método em culturas de importância agrícola (Vencovsky et al., 1988; Fonseca Júnior, 1997; Breseghello et al., 1999; Soares et al., 1999; Barbosa Neto et al., 2000; Ribeiro et al., 2003) fornecem informações importantes sobre o ganho genético em anos consecutivos.

Buscando evidenciar a realidade do melhoramento da cultura do arroz irrigado, objetivou-se analisar, via estimativa do ganho genético, o desempenho do programa de melhoramento de arroz de Terras Baixas da Embrapa, no Rio Grande do Sul após o lançamento das cultivares semi-anãs, de porte moderno (BR IRGA 409 e BR IRGA 410), que foram consideradas marco da revolução verde da cultura no estado, pelo salto de produtividade que proporcionaram.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaios de competição de cultivares foram conduzidos no campo experimental da Estação de Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, localizado no município do Capão do Leão. Os genótipos foram avaliados durante o período compreendido entre as safras agrícolas de 2005/2006 e 2014/2015, totalizando 10 anos de avaliação. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, sendo as parcelas compostas por 9 fileiras de 5 metros de comprimento com espaçamento de 0,17 metros entre linhas. A área útil da parcela foi constituída por 4 metros centrais das quatro fileiras internas, de modo a, excluir algum efeito incidente de bordadura. O manejo seguiu as recomendações técnicas da SOSBAI (2014) para a cultura do arroz irrigado no Sul do Brasil.

^{1,2}Doutorando em Fitomelhoramento, Pós-graduação em Agronomia – UFPel/Embrapa Clima Temperado, endereço, streck.eduardo@gmail.com.

^{3,4}Pesquisador – Embrapa Clima Temperado

⁵Pesquisador – Embrapa Arroz e Feijão

^{6,7}Estagiário – Embrapa Clima Temperado

Foram avaliadas 13 cultivares de arroz irrigado lançadas pelo programa de melhoramento da Embrapa para o Sul do Brasil (BR IRGA 409, BR IRGA 410, BRS 6 'Chuí', BRS 7 'Taim', BRS Atalanta, BRS Firmeza, BRS Pelota, BRS Fronteira, BRS Querência, BRS Sinuelo CL, BRS CIRAD 302, BRS Pampa e BRS AG 'Gigante') e, uma linhagem (BRA 051108) que encontra-se em fase de registro (BRS Pampeira), contemplando assim, lançamentos referentes ao período de 1979 a 2015. As avaliações realizadas foram: produtividade de grãos ajustada para 13 % de umidade; estatura de plantas, na fase de maturação, medindo-se o comprimento do colmo principal do solo até a extremidade da panícula; e, dias até a floração, considerando-se o número de dias da emergência até 50% das panículas expostas.

Para estimar o ganho genético ($\hat{G}g$), foi utilizada a tabela descritiva para estatística (Tabela 1). O ganho genético ($\hat{G}g$) de um dado biênio decorrente da substituição de cultivares do ano 1 para o ano 2 e, assim, para qualquer sequência de dois anos foi obtida pela expressão, $\hat{G}g = (\bar{Y}_2 - \bar{Y}_1) - (\bar{Y}_{c2} - \bar{Y}_{c1})$ (Vencovsky et al., 1986; Fonseca Júnior, 1997).

Tabela 1. Estatísticas descritivas usadas para a definição do teste de ganho genético num dado biênio.

Ano 1	Ano 2	Descrição
n_1	n_2	Nº total de cultivares no ensaio
nc_1	nc_2	Nº de cultivares comuns no ensaio do ano
nd_1	nd_2	Nº de cultivares diferentes no ensaio do ano
\bar{Y}_1	\bar{Y}_2	Média de todas as cultivares no ensaio do ano
\bar{Y}_{c1}	\bar{Y}_{c2}	Média das cultivares comuns nos ensaios do ano
\bar{Y}_{d1}	\bar{Y}_{d2}	Média das cultivares diferentes nos ensaios do ano

Considerando-se que os erros inerentes às estimativas de \bar{Y}_1 com \bar{Y}_{c1} e \bar{Y}_2 com \bar{Y}_{c2} serem correlacionados, a estimativa do ganho genético teve de ser remodelada, considerando a estatística em que: $\bar{Y}_1 = nd_1 \bar{Y}_{d1} + nc_1 \bar{Y}_{c1} / n_1$, $\bar{Y}_2 = nd_2 \bar{Y}_{d2} + nc_2 \bar{Y}_{c2} / n_2$, tem-se, a estimativa do ganho genético em termos independentes:

$$\hat{G}g = \frac{nd_2}{n_2} \bar{Y}_{d2} + \frac{nc_2}{n_2} \bar{Y}_{c2} - \frac{nd_1}{n_1} \bar{Y}_{d1} - \frac{nc_1}{n_1} \bar{Y}_{c1} - \bar{Y}_{c2} + \bar{Y}_{c1}$$

Posteriormente, estimou-se o ganho genético médio ($\hat{G}gm$) ($Kg\ ha^{-1}$) para a sequência de K_n biênios, obtida por,

$$\hat{G}gm = \sum_{k=1}^K \hat{G}g_k / K$$

e, por fim, como preconizado, foi determinado o ganho genético médio percentual anual, obtido pela relação entre o ganho genético médio ($\hat{G}gm$) e a média do primeiro lançamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se nos dez anos de avaliação experimental, que houve variação na magnitude de produtividade média anual dos genótipos avaliados (Tabela 2), considerando-se a diferença no número de cultivares em cada ano. A produtividade média das cultivares que se repetem em todos os anos do experimento, também demonstraram elevada variação, sendo que, como as cultivares são geneticamente estáveis, esta inferência é decorrente da variação do ambiente entre os anos e uma inerente atuação do erro experimental. O coeficiente de variação (CV) nos anos, variou entre 6,26 e 20,51%.

Baseado nos pares de anos (biênios) gerados (Tabela 2), obteve-se os ganhos genéticos ($\hat{G}g$) em cada biênio aferido, variando entre -1021,7 e 1087,7 $kg\ ha^{-1}$. Os resultados da análise do teste de hipótese, que considerou a hipótese nula ($H_0: \hat{G}g = 0$) contra a alternativa ($H_1: \hat{G}g \neq 0$), revelou que, a 5% de probabilidade foi significativo para cinco biênios.

A análise conjunta de todas as cultivares aferidas equivalentes ao período de 1979 e 2015, mostrou um ganho genético médio anual ($\hat{G}gm$) de 121,612 $kg\ ha^{-1}$, constituindo um

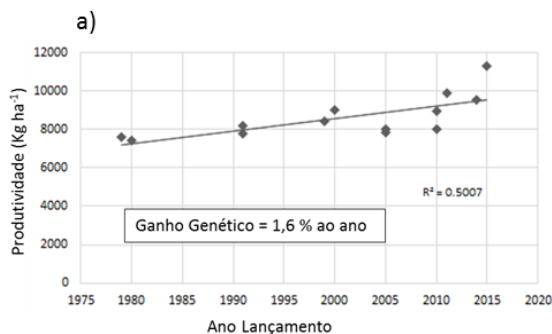
progresso de 1,6 % ao ano, levando a inferir que, o programa vem sendo eficiente neste processo de melhoramento genético.

Tabela 2 – Estatística descritiva das médias anuais e estimativa do ganho genético do programa de melhoramento da Embrapa no RS, no período entre 1979 e 2015. Embrapa Clima Temperado, 2015.

	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/2010	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15
n	9	9	9	9	7	7	8	9	6	6
\bar{Y}	5421.34	8564.28	7050.08	10037.91	9918.30	8972.83	6454.53	6929.22	8736.15	9019.42
\bar{Y}_c	5643.74	8695.04	7062.29	11071.86	9984.86	8819.77	5768.45	6805.96	7525.09	8147.30
GL_e	24	24	24	24	18	21	18	24	15	15
CV (%)	20.51	7.68	17.58	8.37	13.46	6.26	12	9.67	10.88	6.84
	Biênio 1	Biênio 2	Biênio 3	Biênio 4	Biênio 5	Biênio 6	Biênio 7	Biênio 8	Biênio 9	
\bar{G}_g	91.629 ^{ns}	118.554 ^{ns}	-1021.737*	967.384*	219.615 ^{ns}	533.025*	-562.822*	1087.798*	-338.932 ^{ns}	
\bar{G}_{gm}	121.612 Kg ha⁻¹									
\bar{G}_{gm} (%)	1.6 % ao ano									

^{ns} Não-significativo. * Significativamente superior a zero pelo teste t a 5% de probabilidade.

Conforme pode ser observado na Figura 1a, um crescimento linear da produtividade de grãos foi obtida relacionando as médias obtidas pelas cultivares em seus respectivos anos de lançamento. Logo, incrementos significativos no potencial de produtividade foram detectados ao longo do período final da década de 70, até os dias atuais, via programa de melhoramento da Embrapa no Rio Grande do Sul, representado pelo ganho genético de 1,6% ao ano. Para a variável estatura de plantas, uma nova arquitetura de planta foi estabelecida no final da década de 70, com plantas de porte semi-anão, mais perfilhadoras e de menor acamamento, principalmente com os lançamentos das cultivares BR IRGA 409 e BR IRGA 410, no Rio Grande do Sul. Atualmente, mais de 60% da área mundial é coberta por cultivares semi-anãs (MAGALHÃES JR. et al, 2003). Logo, a partir deste período, não houveram grandes variações significativas para este caráter, conforme pode ser observado na Figura 1b. O ciclo é característico de cada cultivar e muito inerente aos objetivos buscados pelo melhorista, logo, mostrou leve tendência de redução ao longo do período, no entanto, não demonstrou diferenças estatísticas, nesta análise (Figura 1c).



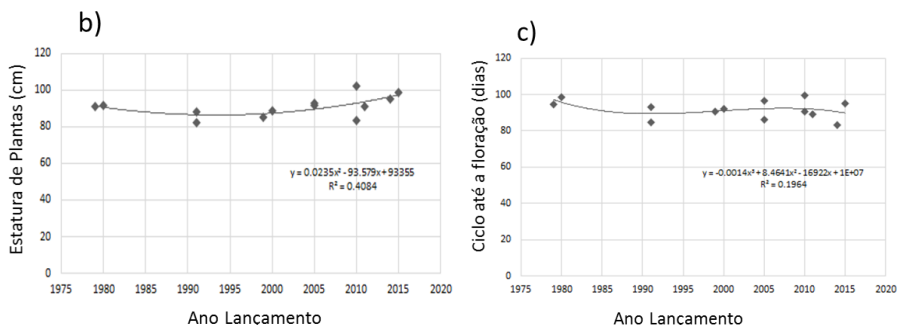


Figura 1 – Evolução da produtividade de grãos (a), estatura de plantas (b) e ciclo até a floração (c) das cultivares do programa de melhoramento da Embrapa Rio Grande do Sul, no período entre 1979 e 2015. Embrapa Clima Temperado, 2015.

CONCLUSÃO

Houve incrementos significativos no potencial de produtividade entre o período de 1979 e 2015 via programa de melhoramento genético da Embrapa no Rio Grande do Sul, gerando ganho genético médio anual de 121,612 kg ha⁻¹, representando um progresso de 1,6 % ao ano, levando a inferir que, o programa vem sendo eficiente no desenvolvimento de novas cultivares de fundamental importância para a cadeia produtiva orizícola.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA NETO, J.F.; MATIELLO, R.R.; CARVALHO, F.I.F. de; OLIVEIRA, J.M.S.; PEGORARO, D.G.; SCHNEIDER, F.; SORDI, M.H.B.; VACARO, E. Progresso genético no melhoramento da aveia-branca no Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.1605-1612, 2000.
- BRESEGHELLO, F.; RANGEL, P.H.N.; MORAIS, O.P. de. Ganho de produtividade pelo melhoramento genético do arroz irrigado no Nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.399-407, 1999.
- FONSECA JÚNIOR, N.S. Progresso genético na cultura do feijão no Estado do Paraná para o período de 1977 a 1995. **Tese (Doutorado)** - ESALQ, Piracicaba. 168p.1997.
- MAGALHÃES JR., A. M. de; FAGUNDES, P. R.; FRANCO, D. F. Melhoramento genético, biotecnologia e cultivares de arroz irrigado. In: MAGALHÃES JR. de, A. M.; GOMES, A. Da S. **Arroz irrigado: melhoramento genético, manejo do solo e da água e prognóstico climático**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, p.13-33, 2003. (Embrapa Clima Temperado: Documentos, 113).
- RIBEIRO, N.D.; POSSEBON, S.B.; STORCK, L. Progresso genético em caracteres agrônômicos no melhoramento do feijoeiro. **Ciência Rural**, v.33, p.629-633, 2003.
- SOARES, A.A.; SANTOS, P.G.; MORAIS, O.P. de; SOARES, P.C.; REIS, M. de S.; SOUZA, M.A. de. Progresso genético obtido pelo melhoramento do arroz de sequeiro em 21 anos de pesquisa em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.415-424, 1999.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Bento Gonçalves: SOSBAI, 2014. 189p.
- VENCOVSKY, R.; MORAIS, A.R.; GARCIA, J.C.; TEIXEIRA, N.M. Progresso genético em vinte anos de melhoramento do milho no Brasil. In: **Congresso nacional de milho e sorgo**, 16., 1986, Belo Horizonte. Anais. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, p.300-307. 1988.

PROSPECÇÃO DE GERMOPLASMA DE ARROZ PARA A CULINÁRIA ITALIANA

José Manoel Colombari Filho¹; Aluana Gonçalves de Abreu¹; Paulo Hideo Nakano Rangel¹; Paula Pereira Torga¹; Raquel Neves de Mello¹

Palavras-chave: *Oryza sativa* L.; arroz especial; melhoramento genético; recursos genéticos.

INTRODUÇÃO

No processo de domesticação da cultura do arroz, suas características foram selecionadas para atender às preferências do consumidor quanto à qualidade de grãos (MAGALHÃES-JUNIOR et al., 2003). Há diferentes cores, sabores, aromas e texturas que determinam qualidades distintas dos grãos, ainda que sutis. Consumidores estão cientes destas e, muitas vezes, demandam o que consideram ser o melhor. Por isso, nos países consumidores de arroz, as características associadas à qualidade de grãos ditam o valor de mercado e possuem um papel fundamental na adoção de novas cultivares (COLOMBARI-FILHO & RANGEL, 2015).

No mercado brasileiro, o arroz é ainda pouco diversificado, com preferência pelo grão branco, com o formato longo-fino, translúcido e que seja macio e solto após a cocção. Diferentes deste, são os tipos especiais de arroz, que antes eram restritos a alta gastronomia, e agora ganham novos produtos para atender a uma demanda crescente de consumidores que procuram por inovações. Essas inovações são atribuídas a novas propriedades sensoriais, pela combinação de formatos, cores, sabores, aromas e texturas do grão, bem como, por alimentos com propriedades nutracêuticas.

Devido ao maior valor agregado do produto final, a produção de tipos especiais de arroz é uma atividade que apresenta elevado potencial para assegurar renda aos agricultores, principalmente das pequenas propriedades. Se por um lado, no plano nacional, a realidade acaba conferindo ao arroz especial o caráter de um produto agrícola tipicamente de segmentos de mercado, por outro lado a mesma diversidade de tipos pode funcionar como uma oportunidade para o Brasil aproveitar e explorar mercados externos diferenciados.

Nesse sentido, recentemente o Programa de Melhoramento de Arroz Especial da Embrapa passou a assumir um papel relevante no âmbito das pesquisas coordenadas nacionalmente pela empresa junto com os seus parceiros. Dentre os tipos especiais, recebem destaque aqueles destinados a culinária italiana em função do potencial desse mercado no cenário nacional e internacional. Contudo, para que cultivares com esse foco culinário possam ser desenvolvidas, o programa de melhoramento dependerá da disponibilidade de germoplasma característico.

O Banco Ativo de Germoplasma de Arroz da Embrapa (BAG Arroz) possui o maior acervo dessa espécie no Brasil, com 27.006 acessos, que representa uma fonte valiosa de recursos genéticos. Foi a partir dessa diversidade que o programa iniciou a prospecção e caracterização de germoplasma para atender diferentes segmentos de tipos especiais.

Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização agrônômica de acessos do BAG Arroz previamente identificados como cultivares italianas, para posterior incorporação ao Programa de Melhoramento de Arroz Especial da Embrapa.

MATERIAL E MÉTODOS

No ano agrícola 2014/15, foi conduzido em Goianira/GO (Campo Experimental da Fazenda Palmital, Embrapa Arroz e Feijão) um ensaio de caracterização com um conjunto

¹ Doutor(a), Pesquisador(a) da Embrapa Arroz e Feijão, 75375-000, Caixa Postal 179, Santo Antônio de Goiás, GO, jose.colombari@embrapa.br (autor correspondente)

de 45 acessos do BAG Arroz, previamente identificados como cultivares lançadas na Itália. O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso, com duas repetições. As parcelas foram constituídas por 4 linhas de 4 m de comprimento, espaçadas entre si por 0,17 m e com densidade de 60 sementes m⁻¹.

Os dados foram submetidos à análise estatística, via *proc glm* do aplicativo estatístico SAS® 9.2, conforme o seguinte modelo aleatório: $y_{ijm} = \mu + b_j + g_i + \varepsilon_{ijm}$, em que, y_{ijm} é a observação do genótipo i no bloco j ; μ é a média geral; b_j é o efeito aleatório de bloco j ($J = 2$); g_i é o efeito aleatório de genótipo i ($i = 1, 2, \dots, I$), assumindo $g_i \sim NID(0, \sigma_g^2)$; e ε_{ijm} é o erro experimental associado à ijm -ésima parcela, assumindo-se independente e identicamente distribuído, sob $NID(0, \sigma^2)$ (COCHRAN & COX, 1966).

Foram avaliados os caracteres: produção de grãos (PG; kg ha⁻¹); altura de plantas (AP; cm); dias para o florescimento (DF; DAS - dias após a semeadura); acamamento (AC; notas de 1 a 9, sendo nota 1 para parcelas sem plantas acamadas; e nota 9, com todas as plantas acamadas); e severidade de doenças na parcela (notas de 1 a 9, sendo nota 1 para parcelas com ausência de sintomas, e nota 9, com sintomas severos): brusone foliar (BF) e de pescoço (BP), escaldadura (ESC), mancha parda (MP) e mancha de grãos (MG).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comercialização do arroz na Itália é regida por lei que classifica os grãos em quatro grupos: Redondo, Médio, Longo A e Longo B (*Tondo, Medio, Lungo A e Lungo B*; em italiano), em função do comprimento e da relação comprimento/largura dos grãos (Figura 1).


Comprimento do grão (c; mm)	Relação entre comprimento e largura (c/l)		
	c/l < 3	c/l ≥ 3	
c < 5,2	Redondo ❶	-	
5,2 ≤ c < 6,0	Médio ❷	-	
6,0 ≤ c	Longo A ❸	Longo B ❹	

Figura 1. Classificação das cultivares de arroz na Itália (L'INFORMATORE AGRARIO, 2015).

Para cada grupo existem as cultivares tradicionalmente conhecidas, cujo nome é utilizado na comercialização de todas aquelas classificadas com grão similar (L'INFORMATORE AGRARIO, 2015). As principais cultivares de cada grupo são: Balilla e Selenio do grupo Redondo; Lido, Padano/Argo, Vialone Nano, do grupo Médio; Arborio/Volano, Ariete/Loto, Baldo, Carnaroli, Roma e Sant'Andrea do grupo Longo A; e Thaibonnet do grupo Longo B (PESOLILLO et al., 2015).

No conjunto de acessos do BAG Arroz caracterizados neste trabalho havia genótipos de todos os grupos e, também, seis com o mesmo nome, mas com número de identificação (PI) diferente (Tabela 1). Para vários destes, foram observadas diferenças quanto aos caracteres avaliados. O acesso Ardizzone com PI 279964, por exemplo, apresentou altura de plantas, ciclo, resistência a doenças e tolerância ao acamamento diferente do outro acesso com PI 291471, que foi mais alto e precoce, resistente a apenas uma doença e suscetível ao acamamento.

Os resultados das análises de variância revelaram valores de coeficiente de variação experimental iguais a 10,05%; 5,23%; e 2,19% para os caracteres quantitativos produção de grãos (PG), altura de plantas (AP) e dias para o florescimento (DF), respectivamente. Esses valores demonstram satisfatória precisão experimental considerando a cultura, o caráter, o tamanho da parcela e o delineamento experimental adotado, que permitiu obter diferenças significativas (p≤0,01), pelo teste F, para o efeito de acessos em todos esses caracteres.

A média de PG foi baixa com apenas 3.718 kg ha⁻¹. Esse resultado decorreu principalmente da susceptibilidade de vários acessos as doenças, uma vez que não foi realizado controle químico preventivo para permitir que fosse avaliada a severidade na parcela. Assim, isto já demonstra a necessidade de concentrar esforços na busca de

resistência a doenças para que o programa de melhoramento genético possa desenvolver cultivares brasileiras, para a culinária italiana, de melhor desempenho.

Tabela 1. Acessos classificados, dentro de cada grupo, por ordem decrescente das médias ajustadas do caráter produção de grãos (PG; kg ha⁻¹) e média geral. Média geral e individual dos caracteres: altura de plantas (AP; cm) e dias para o florescimento (DF; dias). Nota máxima dos caracteres: acamamento (AC; notas 1 a 9) e severidade de doenças na parcela (notas 1 a 9) brusone foliar (BF), escaldadura (ESC), mancha parda (MP), brusone do pescoço (BP) e mancha de grãos (MG).

Acessos	Grupo **	AP	DF	AC	BF	ESC	MP	BP	MG	PG ***
PI 574439 San Petronio	1	78	60	3	6	3	5	8	4	3.988 C
PI 433495 Auro	1	60	66	1	5	4	4	3	2	3.788 C
PI 388280 Balilla *	1	73	68	2	4	5	4	4	4	1.717 E
PI 458449 Radon	2	74	62	3	3	2	3	5	2	5.071 B
PI 433505 Padano *	2	61	67	1	4	5	4	4	3	4.875 B
PI 233663 Lomello	2	75	66	3	6	6	4	5	4	4.633 B
PI 279988 Razza 77	2	87	68	3	5	3	4	3	3	4.392 C
PI 458438 Cripto *	2	69	66	1	5	3	4	3	3	4.304 C
PI 433514 Rubino	2	69	63	1	7	4	5	7	4	4.267 C
PI 433508 Radon 2	2	74	61	2	3	3	3	5	2	4.129 C
PI 574426 Lomellino	2	72	60	3	4	3	8	6	4	3.975 C
PI 209518 Maratelli	2	99	94	1	5	3	7	4	3	3.967 C
PI 291465 Razza 77	2	85	67	3	5	4	4	4	4	3.879 C
PI 433502 Lido *	2	65	64	2	4	2	4	4	3	3.863 C
PI 439692 Monticelli	2	88	61	5	5	5	5	6	5	3.638 D
PI 279970 Balocco	2	75	65	2	4	4	5	4	2	3.596 D
PI 388560 Rizzoto 388	2	79	65	3	4	4	5	3	3	3.450 D
PI 281794 Stirpe 136	2	80	64	2	4	4	6	4	4	3.296 D
PI 442141 Nero	2	74	65	1	5	5	5	6	3	3.233 D
PI 279974 Bellardone	2	82	73	1	6	5	5	3	5	2.804 D
PI 442142 Radon 2	2	71	58	4	5	3	4	8	2	2.658 D
PI 433496 Baldo *	3	68	62	1	3	3	6	5	5	6.625 A
PI 574414 Bonnet Bell	3	83	66	3	5	2	4	3	2	4.858 B
PI 279964 Ardizzone	3	71	69	2	5	3	3	3	4	4.725 B
PI 415656 Baldo *	3	75	61	2	4	4	5	4	3	4.342 C
PI 291471 Ardizzone	3	76	64	9	4	5	5	4	3	4.175 C
PI 433509 Ringo	3	81	68	3	4	4	4	3	4	4.158 C
PI 574445 Star	3	83	62	3	4	4	8	5	2	4.067 C
PI 574418 Elba	3	80	65	2	5	4	4	3	3	3.946 C
PI 574413 Belgioioso	3	80	63	2	5	4	6	4	3	3.754 C
PI 388345 Arborio *	3	87	70	9	4	5	4	4	3	3.496 D
PI 458432 Arborio *	3	78	65	2	6	6	6	6	3	3.296 D
PI 458491 Strella	3	82	64	3	5	3	7	4	4	3.292 D
PI 388247 Baldo *	3	66	62	1	4	3	6	5	5	3.267 D
PI 458454 Ringo	3	70	66	4	4	3	4	3	3	3.250 D
PI 439726 Stirpe 348	3	87	71	4	7	4	5	3	4	3.196 D
PI 295878 Carnaroli *	3	89	76	1	4	4	5	3	4	3.175 D
PI 388264 Italpatna	3	85	67	6	4	4	5	4	3	2.654 D
PI 330624 Stirpe 1	3	78	69	4	7	7	7	7	5	1.963 E
PI 458436 Bonni	3	71	58	1	9	5	7	9	4	1.675 E
PI 574433 Onda	4	83	68	2	5	4	4	4	3	4.971 B
PI 574411 Artiglio	4	67	82	1	4	2	3	2	3	4.692 B
PI 574430 Mida	4	74	74	1	4	5	6	5	6	4.367 C
PI 574526 Icaro	4	74	80	1	5	4	3	4	4	3.575 D
PI 574435 Prever	4	74	60	2	4	5	7	7	4	3.175 D
Média geral		77	66							3.718

* Cultivares tradicionalmente conhecidas na Itália dentro de cada grupo;

** Grupos: (1) Redondo; (2) Médio; (3) Longo A; e (4) Longo B;

*** Médias seguidas de letras distintas são diferentes ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott;

Para AC, foi considerado tolerante genótipo com nota ≤ 3, e não tolerante com nota > 3.

Para BF, ESC, MP, BP e MG, foi considerado resistente genótipo com nota ≤ 3, e susceptível com nota > 3.

Neste conjunto de acessos predominaram genótipos de porte baixo, com AP variando de 60 cm (Auro, PI 433495) a 99 cm (Maratelli, PI 209518). Esses valores foram menores do que os observados em Stuttgart, EUA (GENESYS, 2015). Para DF, houve predomínio de genótipos de ciclo precoce, variando desde muito precoce (Randon 2, PI 442142; e Bonni, PI 458436) até médio (Maratelli, PI 209518). De maneira geral, os acessos foram de 10 a 15 dias mais precoces que o descrito no Arkansas/EUA (GENESYS, 2015). Comparando-se os dois locais, os dias são mais longos em Stuttgart (Arkansas/EUA) que em Goianira/GO. Como o arroz é uma planta de dias curtos, o maior fotoperíodo pode atrasar o florescimento nos EUA (Tabela 1).

Nenhum genótipo foi resistente a todas as doenças avaliadas, apenas três (Baldo, PI 433496; Radon, PI 458449; e Radon 2, PI 433508) foram resistentes à brusone foliar (BF) e a maioria dos genótipos foi resistente à mancha de grãos (MG). Para mancha parda (MP), brusone de pescoço (BP) e escaldadura (ESC), a proporção de resistência foi de 11%, 29% e 35%. Artiglio (PI 574411), Radon (PI 458449) e Radon 2 (PI 433508) foram resistentes a quatro das cinco doenças. Além desses acessos, destacaram-se quanto à resistência a doenças: Ardizzone (PI 291471) para ESC, MP e BP; Razza 77 (PI 279988) para ESC, BP e MG; Cripto (PI 458438) para ESC, BP e MG; Ringo (PI 458454) para ESC, BP e MG; e Bonnet Bell (PI 574414) para ESC, BP e MG.

O Programa de Melhoramento de Arroz Especial da Embrapa e parceiros tem envidado esforços, prioritariamente, no desenvolvimento de cultivares do grupo Longo A da culinária italiana, por ser este o tipo de grão ao qual está associada a essa culinária no Brasil e, também, por ser o mercado mais importante na Itália, com 43% (93.785 ha) da sua área e 41% (568.371 t) da produção total, registrados entre 2013 e 2015 (PESOLILLO et al., 2015).

Entre os acessos caracterizados do grupo Longo A, destacaram-se quanto a PG os acessos Baldo (PI 433496), Bonnet Bell (PI 574414) e Ardizzone (PI 279964), dos quais o primeiro diferiu estatisticamente pelo teste de Scott-Knott de todos os demais genótipos caracterizados neste estudo (Tabela 1).

CONCLUSÃO

Há uma grande variabilidade entre os acessos caracterizados neste trabalho, dos quais aqueles que se destacaram com maior aceitação fenotípica serão utilizados pelo Programa de Melhoramento de Arroz Especial da Embrapa, visando o desenvolvimento de cultivares do grupo Longo A da culinária italiana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COCHRAN, W. G.; COX, G. M. (Ed.). **Experimental design**. New York: John Wiley & Sons, 1996, 611 p.
- COLOMBARI-FILHO, J. M.; RANGEL, P. H. N. Cultivares. In: BORÉM, A.; NAKANO, P. H. (Ed.). **Arroz: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015. p. 220-242.
- GENESYS. **Gateway to Plant Genetic Resources**. Disponível em: <<https://www.genesys-pgr.org>>. Acesso em: 10 jun. 2015.
- MAGALHÃES-JUNIOR, A. M., FAGUNDES, P. R., FRANCO, D. F. Melhoramento genético, biotecnologia e cultivares de arroz irrigado. In: MAGALHÃES-JUNIOR, A. M., GOMES, A. S. (Ed.). **Arroz irrigado: melhoramento genético, manejo do solo e da água e prognóstico climático**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2003. p. 13-33.
- L'INFORMATORE AGRARIO. **Al riso italiano servono norme più rispondenti al mercato**. Disponível em: <http://www.informatoreagrario.it/bdo/BDO_popupAbstract.asp?D=555561>. Acesso em: 10 jun. 2015.
- PESOLILLO, G.; NARDONI, G.; MARAZZANI, P.; BERGONZI, S.; LOTITO, R.; BOLOGNA C. (Ed.). **Analisi trimestrale sui prezzi e sul mercato del Risone**. Pavia: Camera di Commercio di Pavia/Borsa Merci Telematica Italiana S.C.p.A., 2015, 53 p.

PROSPECÇÃO DE NORMALIZADORES PARA ESTUDOS DE EXPRESSÃO GÊNICA DE ARROZ EM BAIXA TEMPERATURA

Sonia Mendonça Poletto¹; Leticia Carvalho Benitez²; Marcelo Nogueira do Amaral²; Isabel Lopes Vighi²; Priscila Arianne Auler²; Gabriela dos Santos Rodrigues²; Antonio Costa de Oliveira¹; Luciano Carlos da Maia¹; Ariano M. Magalhães Jr.³; Eugenia Jacira Bolacel Braga²

Palavras-chave: Estresse por frio, *Oryza sativa*, PCR quantitativo em tempo real.

INTRODUÇÃO

Cultivado e consumido em todos os continentes, o arroz (*Oryza sativa* L.) destaca-se pela produção e área de cultivo, desempenhando papel estratégico tanto no âmbito econômico quanto social. Para a atual safra brasileira 2014/15 a produção média de arroz deverá ser 2,3% superior em relação à safra 2013/14, atingindo 12.399,5 mil toneladas. Dentre os estados produtores de arroz no Brasil, o Rio Grande do Sul (RS) destaca-se através do cultivo de arroz irrigado em uma área de 1.120,1 mil hectares, com produtividade média de 7.500 kg ha⁻¹ (CONAB, 2015). Esse êxito tem sido relacionado ao uso de cultivares com alto potencial produtivo aliado a boas práticas de manejo, como a semeadura antecipada.

Dentre os fatores prejudiciais ao cultivo do arroz, cita-se a incidência de baixas temperaturas. A tolerância a esta condição é buscada, principalmente, nas fases iniciais da planta, com a intenção de antecipar a semeadura e evitar que a fase reprodutiva coincida com a época de início de frio, quando contornar o problema se torna mais difícil. Além disso, com a semeadura antecipada, o período reprodutivo coincidirá com uma época de maior intensidade de radiação solar (dezembro/janeiro, no RS). Porém, para que esta prática seja viável é necessária a seleção de cultivares que possam ser semeadas ainda com solo frio e com maior tolerância nas fases iniciais da planta (germinação/emergência e período vegetativo) (Mertz et al., 2009).

A técnica de PCR quantitativo em tempo real (RT-qPCR) é um dos métodos mais precisos para a análise quantitativa da expressão de genes. Entretanto, esta técnica necessita da normalização dos dados através de genes constitutivos que apresentem níveis de expressão uniforme nas condições experimentais avaliadas, os quais são chamados de normalizadores (Bastolla, 2007). Com o intuito de avaliar a estabilidade de expressão de genes normalizadores, vários algoritmos foram desenvolvidos nos últimos anos, dentre eles aqueles usados nos programas geNorm, NormFinder, BestKeeper e o método comparativo de C_T (Silver et al., 2006).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi analisar a expressão de seis genes e identificar normalizadores com expressão estável para estudos de expressão gênica por RT-qPCR em plantas de arroz submetidas ao estresse por frio na fase vegetativa.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido utilizando a cultivar BRS Pampa (subespécie *indica*). As sementes foram germinadas em rolo de papel a uma temperatura de 28°C por sete dias em BOD. Posteriormente, as plântulas foram transplantadas para bandejas plásticas (3L) contendo solo adubado conforme as recomendações para a cultura do arroz irrigado. Foram utilizadas três bandejas com 30 plântulas/bandeja, as quais foram mantidas em casa de

¹ Titulação, Instituição, endereço, e-mail.

² Titulação, Instituição.

³ Titulação, Instituição.

vegetação com temperatura de $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$ até as plantas atingirem o estágio de quatro folhas. Após este período as bandejas foram transferidas para câmara de crescimento com temperatura de 13°C durante cinco dias. A irrigação foi realizada com solução nutritiva de Yoshida (1976). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com três repetições biológicas. A coleta do material para as análises (folhas) foi realizada da seguinte forma: C1=plantas não expostas ao frio; C2=6 horas de frio; C3=24 horas de frio; C4=48 horas de frio e C5=72 horas de frio.

O RNA total foi extraído a partir de 100mg, de acordo com o método descrito para o reagente *Plant RNA Reagent Purilink* (Invitrogen™), sendo a quantidade e pureza mensuradas em NanoDrop ND-1000, enquanto que a qualidade e integridade do RNA foram verificadas em eletroforese com gel de agarose 1,0%. Os cDNAs fita simples foram sintetizados por transcrição reversa a partir de 2 µg de RNA total utilizando o kit *SuperScript First-Strand System for RT-PCR* (Invitrogen™). O volume total das reações de RT-qPCR foi de 12 µl, sendo 6,25 µl do fluoróforo SYBR Green (Roche®), 0,25 µl (10 mM) de cada primer (*forward* e *reverse*), 1 µL de cDNA (diluição 1:5, previamente definida) e 4,25 µl de água ultra pura. As reações foram realizadas em Termociclador Bio-Rad CFX Real Time.

Foram selecionados como possíveis normalizadores seis genes citados na literatura em trabalhos com arroz e que, supostamente, não apresentam variação significativa. Os genes selecionados foram: *ACT11*, *UBC-E2*, *Gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase*, *Ubiquitina10*, *Aquaporina TIP41* e *Ciclofilina*. Somente iniciadores que apresentaram curva de dissociação com pico único e eficiência de amplificação próxima a 100% foram utilizados neste estudo (Tabela 1).

Para verificar a estabilidade dos normalizadores foram comparadas as alterações nos níveis de expressão nas amostras com 24, 48, 72 e 96 horas de exposição ao estresse em relação às amostras controle (sem estresse). A fórmula utilizada para o cálculo da estabilidade foi: $\Delta\text{CT}_{\text{amostraN}} = \text{CT}_{\text{amostraN}} - \text{CT}_{\text{controle}}$. A partir dos valores dos ΔCT obtidos foram calculados os valores de Quantificação Relativa (QR), através da modificação na fórmula original $\text{QR} = 2^{-\Delta\text{CT}}$ $\text{QR} = 2^{-\Delta\text{CT}}$. Estes dados foram analisados através da ferramenta RefFinder (<http://www.leonxie.com/>), a qual integra os algoritmos computacionais geNorm, NormFinder, BestKeeper e o método comparativo de CT para comparar e classificar a estabilidade dos genes candidatos a normalizadores. Além da análise separada em cada algoritmo, utilizou-se uma classificação geral do melhor normalizador para a condição experimental testada.

Tabela 1. Descrição dos genes candidatos a normalizadores para reações de RT-qPCR em plantas de arroz sob estresse por frio.

GENE	ACESSO	PRIMER F (5'-3')	PRIMER R (5'-3')
<i>ACT11</i>	AK10026 7	CAGCCACACTGTCCCATCTA	AGCAAGGTCGAGACGAAGGA
<i>UBC -E2</i>	AK05969 4	CCGTTTGTAGAGCCATAATTGC A	AGGTTGCCTGAGTCACAGTTAAG TG
<i>UBQ10</i>	AK10154 7	TGGTCAGTAATCAGCCAGTTTG G	GCACCACAAATACTTGACGAACA G
<i>GAPDH</i>	AK06496 0	AAGCCAGCATCCTATGATCAGA TT	CGTAACCCAGAATACCCTTGAGT TT
<i>TIP41</i>	AK10351 1	GTTTGGATGAACCCCGCAA	GGCAACAAGGTCAATCCGATC
<i>Cyclophilin</i>	AK12130		

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estabilidade média de expressão dos genes, calculada pelos algoritmos do programa GeNorm, utiliza o princípio de que a razão da expressão de dois genes de referência deve ser constante. O valor de estabilidade é definido como a variação média de um gene em relação a todos os outros testados. Com base nos valores de M calculados para os seis genes, mostrados na Figura 1A, observou-se que *ACT11/UBQ10* (M=0,261) são os genes mais estáveis, enquanto *Cyclophilin* (M=0,649) e *TIP41-Like* (M=0,761), os mais variáveis. O método comparativo de C_T (Figura 1B), apresentou uma ordem de estabilidade de expressão, para os genes candidatos a normalizadores, igual ao algoritmo GeNorm, porém o mesmo apresentou valores de estabilidade diferentes para cada gene, variando de M=0,611 (*UBQ10*) a 0,984 (*TIP41-Like*).

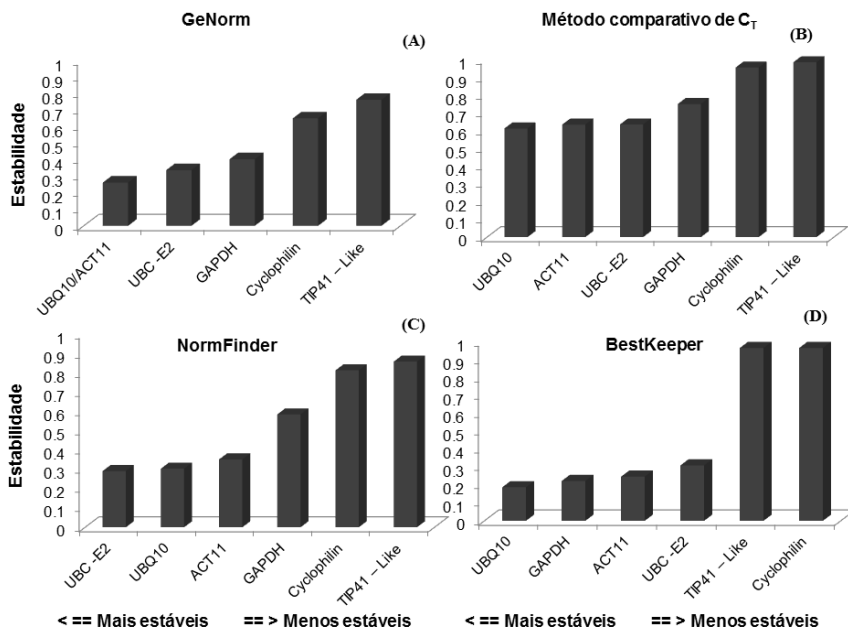


Figura 1. Variação da estabilidade média de expressão de seis genes candidatos a normalizadores, para o genótipo de arroz BRS Pampa, submetidos a cinco tempos de exposição ao frio (13 °C), de acordo com os algoritmos dos programas GeNorm (A), Método Comparativo de C_T (B), NormFinder (C) e BestKeeper (D)

De acordo com o algoritmo do programa NormFinder (Figura 1C) o gene que possui menor valor de variação na estabilidade é *UBC-E2*, com M=0,291, seguido de M=0,303 para *UBQ10*. Os maiores valores de estabilidade variável foram os de *Cyclophilin* (M=0,612) e *TIP41-Like* (M=0,857). O algoritmo do programa BestKeeper apontou *UBQ10* e *GAPDH* (M=0,187 e M=0,222, respectivamente), como os genes mais estáveis, enquanto *TIP41-Like* e *Cyclophilin*, ambos com M=0,964, como os menos estáveis (Figura 1D).

Além da análise separada em cada algoritmo utilizado, uma classificação geral do melhor normalizador para a condição experimental testada foi obtida através de uma combinação

dos resultados dos quatro algoritmos (Figura 2). Esta classificação geral corrobora as classificações obtidas nas demais análises, sendo os genes *UBQ10* e *ACT11* os que apresentaram menor variação na estabilidade média de expressão. Estes dados estão de acordo com os encontrados por Moraes (2013), os quais descrevem estes genes como os mais estáveis para experimentos com estresse salino em plantas de arroz. Entretanto, ao contrário do observado neste trabalho, onde os genes *TIP41-Like* e *Cyclophilin* foram os menos estáveis em plântulas de arroz submetidas a baixas temperaturas, Caldana et al. (2007) obtiveram padrões de expressão estáveis para esses genes em experimentos com estresse salino.

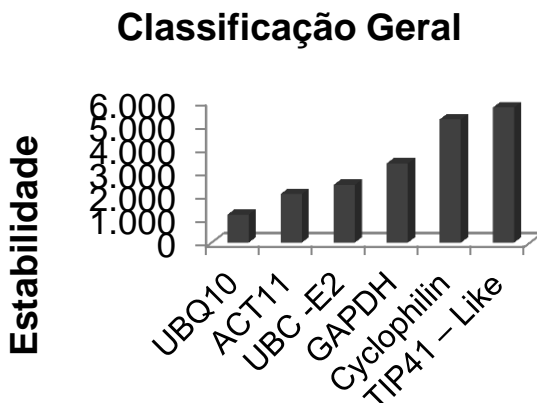


Figura 2. Classificação geral da variação média de expressão de seis genes candidatos a normalizadores, para o genótipo de arroz BRS Pampa, submetidos a cinco tempos de exposição ao frio (13 °C), de acordo com a combinação dos algoritmos geNorm, NormFinder, Método Comparativo de C_T e BestKeeper.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho permitem indicar os genes *UBQ10* e *ACT11* como os mais indicados para estudos de RT-QPCR com plantas de arroz sob estresse por baixa temperatura, uma vez que foram os que apresentaram menor variabilidade média de expressão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a EMBRAPA-CLIMA TEMPERADO, Estação Experimental Terras Baixas, pelas sementes utilizadas neste trabalho. A FAPERGS, CAPES e CNPq pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASTOLLA, F. **Seleção e avaliação de genes de referência para estudos de expressão gênica em *Eucalyptus***. 2007. 85f. Dissertação de mestrado Biologia Celular e Molecular, UFRGS.
- Caldana, C. et al. (2007). A quantitative RT-PCR platform for high-throughput expression profiling of 2500 rice transcription factors. **Plant Methods** 3-7, 2007.
- CONAB. Arroz - Brasil. **Acompanhamento da Safra Brasileira-Grãos**: Oitavo Levantamento, Maio/2015. Disponível em: <www.conab.gov.br> Acesso em: Junho de 2015.

MERTZ, L.M.; HENNING, F.A.; SOARES, R.C.; BALDIGA, R.F.; PESKE, F.B.; MORAES, D.M. de. Alterações fisiológicas em sementes de arroz expostas ao frio na fase de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.254-262, 2009.

MORAES, G. P. **Expressão diferencial de genes normalizadores e da família LTPS1, em genótipos de arroz sob estresse salino**. 2013. 85 f. Dissertação de Mestrado – UFPel.

SILVER, N. et al. Selection of housekeeping genes for gene expression studies in human reticulocytes using real-time PCR. **BMC Molecular Biology**, v. 7: 33-42, 2006.

DESEMPENHO PRODUTIVO DE HÍBRIDOS DE ARROZ IRRIGADO EM DIFERENTES DENSIDADES DE SEMEADURA

Letícia Ramon de Medeiros¹; Luis Osmar Braga Schuch²; Vitor Henrique Vaz Mondo³; Ariano Martins de Magalhães Júnior⁴; Caio Sippel Dörr⁵

Palavras-chave: população de plantas, heterose, afilamento.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) está entre os cereais mais produzidos e consumidos no mundo, juntamente com o milho e o trigo, se destaca pela sua importância na alimentação humana. Atualmente a área cultivada no mundo é de aproximadamente 158 milhões de hectares, sendo que no Brasil cultiva-se mais de 2 milhões de hectares com uma produção média entre 11 e 13 milhões de toneladas de grãos (Sosbai, 2014). O país está entre os principais países produtores de arroz no mundo ficando atrás apenas dos países asiáticos, sendo o estado do Rio Grande do Sul (RS) o maior produtor do grão através do sistema de produção irrigado. A produtividade média do estado superior a 7000 kg ha⁻¹ de grãos. Observa-se que a produtividade média, assim como a área cultivada, estão estabilizadas desde a safra 2004/05 (Sosbai, 2014).

Neste contexto a tecnologia de produção de híbridos apresenta-se como alternativa para obter-se ganhos em produtividade no país. O objetivo da mesma é explorar a heterose ou vigor híbrido obtido através do cruzamento entre dois genótipos distintos geneticamente, com a utilização desta tecnologia. Os híbridos de arroz apresentam produtividade média superior quando comparadas com cultivares convencionais. Rosso et al. (2013) avaliaram o desempenho de híbridos no estado do RS safra 2011/12 que confirmam o comportamento superior em produtividade. Os ganhos obtidos chegam a ser de 15 a 20% superiores destacando-se por serem mais produtivos (Oliveira, 2011). Os híbridos de arroz já são cultivados na China, a mais de 20 anos, sendo que neste período a tecnologia já contribuiu para aumentar em 50% a sua produção (Peske et al. 2004), ocupando 63,2% da sua área de cultivo com ganhos de produtividade acima de 38% em relação às cultivares convencionais (Neves, 2014).

De acordo com Höfs et al. (2004) a densidade de semeadura é considerada um dos fatores mais importantes na implantação da lavoura devendo-se atingir a população ideal de plantas durante o estabelecimento da mesma.

Para o cultivo de arroz irrigado com cultivares convencionais, recomenda-se utilizar de 80 a 120 Kg de sementes por hectare, com espaçamento de 0,17m entre linhas, a fim de obter-se uma população de plantas de 150 a 300 pl m⁻². Já para cultivares híbridos de arroz, recomenda-se utilização de 40 a 50 Kg ha⁻¹, tendo como objetivo alcançar uma população de 100 até 150 pl m⁻² (Sosbai, 2014), ambas densidades de semeaduras utilizadas, independem do sistema de cultivo.

A produção de sementes de híbridos exige cuidados como o cultivo em condições específicas (Neves, 2014), são algumas das razões que tornam o processo com alto custo de produção de sementes e demorado, o que está relacionado à baixa utilização da tecnologia no país. O objetivo com este trabalho foi avaliar o desempenho produtivo de híbridos de arroz irrigado em diferentes densidades de semeadura.

1. Eng. Agr. Estudante de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da UFPEL. leticia.ramondemedeiros@gmail.com caiodorrcsd@gmail.com

2. Prof. Dr. do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da UFPEL. lbs@ufpel.edu.br

3. Vitor H. V. Mondo, PhD em Fitotecnia. Pesquisador em Fitotecnia Embrapa Arroz e Feijão Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Santo Antônio de Goiás/GO. vitor.mondo@embrapa.br

4. Doutor em Melhoramento Genético de Arroz. Pesquisador Embrapa Clima Temperado Pelotas/RS/Brasil. ariano.martins@embrapa.br

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em dois locais, sendo que o primeiro foi conduzido na área experimental da Estação Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão-RS semeado em 08/11/14, e o segundo, no município de Capivari do Sul, data de semeadura 24/11/14. Foram utilizados dois híbridos de arroz irrigado, BRS CIRAD 302 e H4 CL ambos da EMBRAPA, com quatro densidades de semeadura 10, 20, 30 e 40 kg ha⁻¹, no sistema de cultivo convencional. As práticas de adubação e manejo da cultura foram realizadas de acordo com as recomendações técnicas para o cultivo de arroz irrigado no Sul do Brasil, (Sosbai, 2014).

Para semeadura, foi utilizada semeadora de parcelas com 9 linhas de 5m espaçadas de 0,2 m entre si, sendo que a área útil da parcela de 2,4 m², através da colheita de 3 linhas de 4m. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições, no esquema fatorial (2x4) em que o fator principal foi híbrido e o fator secundário foi densidade de semeadura. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste F a 5% de probabilidade, quando F foi significativo, utilizou-se o teste de Tukey a 5% para o fator qualitativo e regressão polinomial para o fator quantitativo.

A produtividade de grãos foi obtida pela colheita das áreas úteis das parcelas e transformado seu peso em kg ha⁻¹ corrigidos para 13% de umidade e a massa de 1000 grãos foi determinada pela pesagem de uma amostra de 1000 grãos pertencente à área útil da parcela (Höfs et al. 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 1, que os híbridos apresentaram o mesmo comportamento nos dois locais, sendo que para massa de 1000 grãos houve diferença significativa entre híbridos, sendo o H4 CL superior em ambos os locais, sendo que para o este fator F não foi significativo para produtividade.

Tabela 1. Massa de 1000 grãos em gramas (g), médias das densidades utilizadas, de híbridos de arroz irrigado, BRS CIRAD 302 e H4 CL nos municípios de Capão do Leão e Capivari do Sul safra 2014/15.

Híbrido	Capão do Leão	Capivari do Sul
	Massa de 1000 grãos (g)	Massa de 1000 grãos (g)
BRS CIRAD 302	23,75 b	23,57 b
H4 CL	24,98 a	26,03 a
CV(%)	1,97	1,9

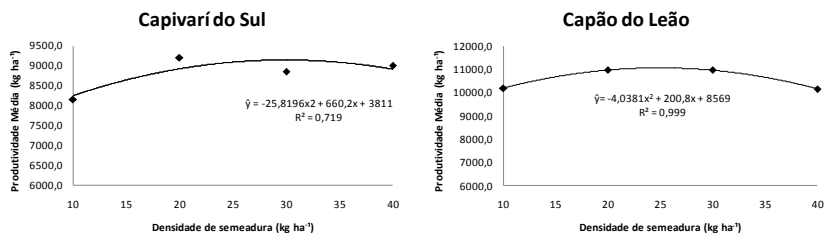
* Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto ao resultado obtido para peso de 1000 grãos, esta variável representa um dos principais componentes de rendimento da cultura. O rendimento é dado pela capacidade da plantas em alocar fotoassimilados para os grãos, que também é justificado pelas características genética da planta (Murata e Matsushima, 1975), sendo a fase de enchimento de grãos o período mais sensível a estresses abióticos.

Conforme Crepy et al. (2013) o rendimento do cultivo de arroz é dado pela biomassa das espiguetas, a qual é afetada pela relação entre a capacidade da fonte e os destinos reprodutivos da plantas. Neste sentido, observa-se que o híbrido H4 CL apresenta maior capacidade de acúmulo de carboidratos nos grãos refletindo positivamente no seu rendimento. A obtenção de peso final de grãos superiores também está relacionada com uma maior taxa de crescimento do genótipo (Crepy et al. 2013). Höfs et al. (2004), não observaram variação no peso de 1000 grãos de híbridos de arroz irrigado em diferentes

densidades de semeadura, assim como no rendimento de grãos em kg ha⁻¹.

Já para o fator densidade de semeadura verifica-se significância estatística em ambos os locais quanto à produtividade, diferentemente de massa de 1000 grãos que não foi significativo.



O número ideal de plantas por unidade de área entre outros fatores possibilita a obtenção de produtividade máxima, em que a densidade de semeadura destaca-se por influenciar diretamente sobre os componentes de produção (Nakagawa et al., 2000). Na produção de híbridos, alta capacidade de expressar a plasticidade está entre os principais benefícios para sua utilização, onde os componentes vegetativos e de produção variam com o número de plantas por unidade de área, ocorrendo um processo de compensação, de forma em que se um componente aumenta, outro diminui (Pedroso, 1993).

Para os dois municípios observa-se que a densidade de semeadura de 10 kg ha⁻¹ apresentou baixa produtividade, não apresentando resposta de compensação dado ao baixo estabelecimento de plantas. Densidades altas ocasionam menor aproveitamento da luz solar já densidade menor que a ideal minimiza a capacidade de aproveitamento do solo que leva a produção de afilhos improdutivos e tardios (Heckler, 1980).

No município de Capivari do Sul observa-se que a máxima produtividade foi obtida na densidade de 20 kg ha⁻¹ com estabilização da produtividade a partir de então. De acordo com Valério et al. (2008), em trigo, menores densidades de semeadura resultam em maiores produtividades de grãos para genótipos com alto potencial de perfilhamento, o contrário acontece para genótipos menos perfilhadores, sendo o mesmo comportamento é observado para arroz. Resultados obtidos com a redução da densidade de semeadura e adubação nitrogenada em cultivares convencionais de arroz também não apresentaram variação na produtividade de grãos (Mariot et al. 2003). Comportamento semelhante ocorre no município de Capão do Leão a partir da densidade de 20 kg ha⁻¹.

Quanto ao peso de 1000 grãos não foi observada diferença entre as densidades utilizadas, Sousa et al. (1995) e Crusciol et al. (2000) não verificaram efeito da variação na densidade de semeadura sobre a massa de 1000 sementes em seus experimentos.

CONCLUSÃO

Densidades de semeadura de 10 kg ha⁻¹ apresentam baixa produtividade para híbridos de arroz irrigado.

Densidades a partir de 20 kg ha⁻¹ produtividades semelhantes à densidade atualmente recomendada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CREPY, M.; PIRCHI, J.H.; MEICHTRY, M.B.; GREGORI, L.A.; ARGUISSAIN, G.G. Relación fuente-destino y su incidencia en el llenado de granos de 3 genotipos de arroz. In: Congresso Brasileiros do Arroz Irrigado. **Anais...Santa Maria-RS**, Resumo 49-52. 2013.
- CRUSCIOL, C.A.C.; MACHADO, J.R.; ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F. Produtividade do arroz irrigado por aspersão em função do espaçamento e da densidade de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p.1093-1100, 2000.
- HÖFS, A.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T., BARROS, A.C.S.A. Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26 nº 2, 2004.
- MURATA, Y.; MATSUSHIMA, S. Rice. In: EVANS, L.T., Ed. **Crop physiology**. London, Cambridge University Press. p.73-99, 1975.
- MARIOT, C.E.P.; SILVA, P.R.F.; MENEZES, V.G.; TEICHMANN, L.L. Resposta de duas cultivares de arroz irrigado à densidade de semeadura e à adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 233-241, fev. 2003.
- NAKAGAWA, J.; LASCA, D.C.; NEVES, G.S.; SILVA, M.N.; SANCHES, S.V.; BARBOSA, V.; ROSSETTO, C.A.V. Densidade de plantas e produção de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**. v.57,p.67-73, 2000.
- NEVES, P. de C.F. **Melhoramento Genético de Arroz**: exploração da heterose no desenvolvimento de cultivares. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/23223/1/pl-anais.pdf>>. Acesso em 25/07/14.
- OLIVEIRA, G.K. **Produtividade de arroz híbrido em função da contaminação genética e densidade de semeadura**. Dissertação de Mestrado. 2011. Programa de Pós-Graduação em Ciência e tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas-RS.
- PEDROSO, B.A. Densidade de semeadura para arroz irrigado. Reunião da cultura do arroz irrigado, 12., 1983, Porto Alegre. **Anais... PortoAlegre: Irga**, 1983. p.95-98.
- PESKE, S.T.; SCHUCH, L.O.B.; BARROS, A.C.S.A. **Produção de Arroz Irrigado**. 3 ed. Universidade Federal de Pelotas. 623 p., 2004.
- ROSSO, A. F. de; VALENTINI, A.P.; WALDOW, D.A.G.; AVOZANI, A.A.; FONSECA, G. de M.; FUNCK, G.R.D.; TROJAN, S. da C.; JAEGER, R.L.; PIAZZETTA, D.; NEVES, G.; CREMONESE, J.L.C.; TOMAZI, I.; COSTA, M.S. da; BARROZO, E.; OLIVEIRA, I.C.P. de; VELHO, A.C.P. Avaliação de genótipos de arroz híbrido no estado do Rio Grande do Sul-Safra 2011/12. In: Congresso Brasileiros do Arroz Irrigado. **Anais...Santa Maria-RS**, Resumo 73-76. 2013.
- SOSBAI- Sociedade Sul Brasileira de Arroz Irrigado. **Arroz Irrigado**. Recomendações Técnicas de Pesquisa para o Sul do Brasil/28. Porto Alegre SOSBAI, 2012. 179 p.il.
- SOUSA, R.O.; GOMES, A.S.; MARTINS, J.F.S.; PEÑA, Y.A. Densidade de semeadura e espaçamento entre linhas para arroz irrigado no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.1, n.2, p.69-74, 1995.
- VALÉRIO, I.P. **Efeito do ambiente e densidade de semeadura em genótipos de trigo contrastantes para o caráter afilhamento**. Pelotas, 2008. 25p. Dissertação (Mestrado em Fitomelhoramento) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, UFPEL. Pelotas-RS.

SELEÇÃO ASSISTIDA POR MARCADORES PARA PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E CULINÁRIAS DO ARROZ

Tereza Cristina de Oliveira Borba¹, Raíza Cavalcante Fonseca², Priscila Zaczuk Bassinello³, Raquel Neves de Mello³, Rosângela Bevitori³

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., qualidade de grãos, marcadores moleculares.

INTRODUÇÃO

Em países em que o consumo do arroz é expressivo, a qualidade do grão dita o valor de mercado (FITZGERALD et al., 2009), sendo fortemente relacionada a fatores culturais. Seus atributos, entretanto, são definidos pelo rendimento de grão após beneficiamento, dimensão e formato do grão e qualidades culinárias, sensoriais e nutricionais. Apesar da disponibilidade de diferentes métodos de análise para caracterização e avaliação da qualidade de grãos, estes, em geral, não são adequados para fenotipagem em larga escala. Além disto, esta avaliação/caracterização é conduzida no fim da safra o que impossibilita uma seleção precoce realizada no campo. Nesse sentido, o uso de marcadores moleculares relacionados a parâmetros culinários e tecnológicos auxiliaria em uma classificação mais rápida de cultivares e linhagens. O objetivo deste trabalho foi validar quatro diferentes marcadores moleculares descritos na literatura quanto a sua associação à qualidade culinária de arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados onze genótipos de arroz quanto a:

- Temperatura de Gelatinização (TG) por dispersão alcalina (MARTÍNEZ; CUEVAS, 1989) e por calorímetro de varredura diferencial (DSC) (FRANCO; CABRAL; TAVARES, 2002);
- Teor de Amilose (TA) por sistema de análise por injeção em fluxo (FIA) e por cromatografia de exclusão de tamanho (SEC) (FITZGERALD et al., 2009);
- Perfil viscoamilográfico da pasta de arroz por *Rapid Visco-Analyser* (RVA);
- Comportamento culinário (dureza e pegajosidade) dos grãos cozidos pelo teste de cocção (LIMA et al., 2006), sensorial e análise da textura instrumental (em texturômetro) dos grãos cozidos (PATINDOL; GU; WANG, 2010; SESMAT; MEULLENET, 2001) e do gel do RVA (SESMAT; MEULLENET, 2001).

Para a análise genômica, a extração de DNA foi realizada utilizando-se folhas (FERREIRA; GRATTAPAGLIA, 1998). Entre os marcadores utilizados, o Wx (AYRES et al, 1997), Wx10 (TRAN et al., 2011) e Sbe3 (HAN et al., 2004) foram visualizados em gel de agarose 2%, enquanto o marcador RM190 (CHEN et al., 2008) foi analisado em analisador genético automático (ABI3500xl). Para análise de associação utilizou-se o método GLM, (Modelo Linear Generalização) implementado no programa TASSEL versão 3.0.

¹ Doutor, Embrapa Arroz e Feijão, rodovia GO-462, Km 12, Zona Rural, 75375-000 - Santo Antônio de Goiás – GO. tereza.borba@embrapa.br

² Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás.

³ Doutor, Embrapa Arroz e Feijão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificaram-se, no total, 35 associações significativas entre os quatro marcadores e os caracteres avaliados (Tabela 1) após a correção estatística. O marcador RM190 apresentou o maior número de associações significativas (14), enquanto os marcadores SbE3, Wx10 e Wx exibiram, respectivamente, uma, nove e onze associações significativas.

Tabela 1: Associação dos marcadores analisados a caracteres relacionados a aspectos culinários e tecnológicos do arroz.

Marcador	Caractere	R ² *	Pvalor**
RM190	Dureza (Textura Instrumental)	0,34	0,0244
	Coesividade (textura gel do RVA)	0,42	0,0028
	Teor de Amilose Aparente	0,42	0,0027
	Temperatura da pasta (RVA)	0,43	0,0035
	Teor de Amilose Absoluto	0,48	4,00E-04
	Pegajosidade (Textura Instrumental)	0,49	3,00E-04
	Viscosidade de Pico (RVA)	0,49	8,40E-04
	Dureza (Teste de panela)	0,51	4,90E-04
	Viscosidade Final (RVA)	0,52	1,80E-04
	"Setback" (RVA)	0,52	7,00E-05
	"Trough" (RVA)	0,55	3,40E-04
	Quebra da viscosidade (RVA)	0,67	1,00E-05
	Temperatura de Pico (Temperatura de Gelatinização por DSC)	0,88	1,00E-05
	Temperatura de Gelatinização por Dispersão alcalina	0,99	1,00E-05
SbE3	Dureza (Textura Instrumental)	0,23	0,0050
Wx	Pegajosidade (Teste de panela)	0,21	0,0082
	Temperatura da pasta (RVA)	0,25	0,0067
	Viscosidade Final (RVA)	0,25	0,0039
	Temperatura de Pico (Temperatura de Gelatinização por DSC)	0,37	1,80E-04
	Quebra da viscosidade (RVA)	0,37	1,00E-04
	"Setback" (RVA)	0,37	7,00E-05
	Temperatura de Gelatinização por Dispersão alcalina	0,43	1,50E-04
	Coesividade (textura gel do RVA)	0,47	1,00E-05
	Teor de Amilose Aparente	0,62	1,00E-05
	Pegajosidade (Textura Instrumental)	0,69	1,00E-05
	Teor de Amilose Absoluto	0,72	1,00E-05
Wx10	Quebra da viscosidade (RVA)	0,18	0,0220
	Temperatura da pasta (RVA)	0,23	0,0093
	Dureza (Textura Instrumental)	0,24	0,0051
	Pegajosidade (Textura Instrumental)	0,26	0,0028
	Temperatura de Pico (Temperatura de Gelatinização por DSC)	0,43	3,00E-05
	Temperatura de Gelatinização por Dispersão alcalina	0,43	1,90E-04
	"Setback" (RVA)	0,55	1,00E-05
	"Trough" (RVA)	0,59	1,00E-05
	Viscosidade Final (RVA)	0,60	1,00E-05

* Coeficiente de determinação (R^2).

** P –valor corrigido após 100.000 permutações

Observou-se que o marcador RM190 está associado com o maior número de caracteres analisados, porém apresentou R^2 superior a 0,7 para apenas dois destes (Tabela 1). O marcador Wx, o segundo em número de associações identificadas, apresentou R^2 superior a 0,7 para um único caráter. Em relação aos marcadores Wx10 e SbE3, estes não se apresentaram como marcadores candidatos à SAM (seleção assistida por marcadores), seja pelas frequências alélicas não adequadas à análise de associação, seja pelos baixos valores de R^2 .

CONCLUSÃO

A partir das informações derivadas da análise de associação foi possível a identificação de marcadores adequadas à SAM assim como alelos favoráveis a atributos culinários e tecnológicos. Conclui-se que os marcadores Wx e RM190, candidatos a utilização pelo laboratório de SAM da Embrapa arroz e feijão, apresentaram associações significativas e altas com propriedades físico-químicas e de textura.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela bolsa de mestrado da estudante R.C.F. e à Embrapa pelo financiamento do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYRES, N. M.; MCCLUNG, A. M.; LARKIN, P. D.; BLIGH, H. F. J.; JONES, C. A.; PARK, W. D. Microsatellites and a single-nucleotide polymorphism differentiate apparent amylose classes in an extended pedigree of US rice germ plasm. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, n.94, p. 773-781, November 1997.
- CHEN, M.H.; BERGMAN, C.; PINSON, S.; FJELLSTROM, R. Waxy gene haplotypes: Associations with apparent amylose content and the effect by the environment in an international rice germplasm collection. **Journal of Cereal Science**, London, v. 47, p. 536–545, June 2008.
- FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética. **Embrapa CENARGEN**, Brasília, DF, 3. ed. p. 220, 1998
- FITZGERALD, M. A.; BERGMAN, C. J.; RESURRECCION, A. P.; MÖLLER, J.; JIMENEZ, R.; REINKE, R. F.; MARTIN, M.; BLANCO, P.; MOLINA, F.; CHEN, M. H.; KURI, V.; ROMERO, M. V.; HABIBI, F.; UMEMOTO, T.; JONGDEE, S.; GRATEROL, E.; REDDY, K. R.; BASSINELLO, P. Z.; SIVAKAMI, R.; RANI, N. S.; DAS, S.; WANG, Y.F.; INDRASARI, S. D.; RAMLI, A.; AHMAD, R.; DIPTI, S.; S.; XIE, L.; LANG, N. T.; SINGH, P.; TORO, D. C.; TAVASOLI, F.; MESTRES, C. Addressing the dilemmas of measuring amylase in rice. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 86 n. 5, p. 492- 498, October 2009.
- FRANCO, C. M. L.; CABRAL, R. A. F.; TAVARES, D. Q. Structural and physicochemical of lintnerized native and sour cassava starches. **Starch/ Starke**, Weinheim, v. 54, p. 469-475, Apr. 2002.
- HAN, Y.; XU, M.; LIU, X.; YAN, C.; KORBAN, S. S.; CHEN, X.; GU, M. Genes coding for starch branching enzymes are major contributors to starch viscosity characteristics in waxy rice (*Oryza sativa* L.). **Plant Science**, Clare, v. 166, p. 357–364, February 2004.
- LIMA, C. H. A. M. de; COBUCCI, R. de M. A. C.; BASSINELLO, P. Z.; BRONDANI, C.; COELHO, N. R. A. Seleção e treinamento de painel sensorial para avaliação de diferentes cultivares de arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 2.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, Brasília, DF. **Anais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006.
- MARTÍNEZ, C.; CUEVAS, F. **Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz**. Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT. Tercera Edición. Cali, Colômbia. September, 1989.
- SESMAT, A.; MEULLENET, J. F. Prediction of rice sensory texture attributes from a single compression test, multivariate regression, and a step wise model optimization method. **Journal Food Science**, London, v. 66, p. 124-131, January 2001.
- TRAN, N. A.; DAYGON, V. D.; RESURRECCION, A. P.; CUEVAS, R. P.; CORPUZ, H. M.; FITZGERALD, M. A. A single nucleotide polymorphism in the Waxy gene explains a

significant component of gel consistency. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 123,p. 519- 525, August 2011.

SIMULAÇÃO DE ESTÁGIOS FENOLÓGICOS DE UM HÍBRIDO DE ARROZ UTILIZANDO O MODELO SIMULARROZ

Arv José Duarte Junior¹; Nereu Augusto Streck², Isabel Lago³, Alencar Junior Zanon⁴, Giovana Ghisleni Ribas⁵, Thiago Schmitz Marques da Rocha⁶, Moisés de Freitas do Nascimento⁷.

Palavras-chave: modelagem matemática, fenologia, *Oryza sativa*.

INTRODUÇÃO

A cultura do arroz (*Oryza sativa*) destaca-se no cenário mundial como um dos cereais mais produzidos e consumidos, desempenhando papel estratégico em níveis econômicos e sociais. O Rio Grande do Sul (RS) na safra 2013/2014, obteve uma produção de mais de 8 milhões de toneladas de arroz, ou seja, cerca de 68% do total produzido no Brasil (CONAB, 2015). Portanto, o arroz é uma cultura de grande importância para o RS, principalmente para a metade sul do estado, onde o arroz irrigado é a principal atividade econômica (SOSBAI, 2014). Atualmente, cultivares híbridas de arroz estão ganhando mercado devido a busca por altos padrões de qualidade e de produtividade como, por exemplo, alto vigor do grão, que proporciona a planta maior taxa de crescimento e maior capacidade de aproveitamento dos recursos (MIELEZRSKI, 2008).

O acompanhamento e previsão de safra são realizados atualmente no Brasil por meio de entrevista a agricultores, por técnicos e engenheiros agrônomos, obtendo resultados empíricos de produtividade esperada (MONTEIRO et al., 2013). Outra alternativa para realizar o acompanhamento e previsão de safra para culturas agrícolas é através de modelos matemáticos. Modelos matemáticos são ferramentas disponíveis a um baixo custo e que simplificam a realidade, permitindo a descrição e o estudo da interação entre cultura e ambiente (STRECK & ALBERTO, 2006).

Para simular o crescimento, desenvolvimento e produtividade do arroz irrigado foi desenvolvido um modelo matemático denominado SimulArroz a partir de outros dois modelos anteriores de origem asiática, o ORYZA2000 (BOUMAN et al., 2008) e o InfoCrop (AGGARWAL et al., 2006). O SimulArroz é um modelo que foi desenvolvido pelo Grupo de Agrometeorologia da UFSM e está adaptado para simular a produtividade de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. A versão 1.0 do SimulArroz está disponível gratuitamente na internet (www.ufsm.br/simularroz) (WALTER et al., 2012; STRECK et al., 2013).

O modelo SimulArroz está calibrado para simular o desenvolvimento de cultivares de arroz, porém, devido ao crescente aumento da área cultivada com híbridos de arroz no Rio Grande do Sul, o modelo também está sendo calibrado para híbridos de arroz. Assim, o objetivo do presente trabalho foi testar a eficiência do modelo SimulArroz em simular o desenvolvimento da cultivar híbrida de arroz QM1010 CL.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no ano agrícola 2014/2015, em áreas de coleta de dados nos municípios de Santa Maria e Cachoeirinha – RS, utilizando a cultivar híbrida QM1010 CL de ciclo médio. A semeadura em Cachoeirinha foi realizada no dia 27/10/2014 e em Santa Maria no dia 28/10/2014.

¹ Aluno de graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Av. Roraima, n° 1000, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil, arv.duarte@gmail.com.

² Ph.D. Universidade Federal de Santa Maria.

³ Doutor, Universidade Federal de Santa Maria.

⁴ Aluno de doutorado, Universidade Federal de Santa Maria.

⁵ Aluna de mestrado, Universidade Federal de Santa Maria.

⁶ Aluno de mestrado, Universidade Federal de Santa Maria.

⁷ Aluno de Graduação, Universidade Federal de Santa Maria.

Quando observada a emergência das plântulas, foi realizada a marcação de 24 plantas no dossel de cada local, e nestas plantas foram observadas as datas de ocorrência dos estágios fenológicos: diferenciação da panícula (R1), através da amostragem de 10 plantas, antese (R4) e todos os grãos da panícula com casca marrom (R9), avaliados nas plantas marcadas, conforme a escala de COUNCE et al. (2000).

Após a coleta de dados, foi simulado o desenvolvimento das plantas, com a utilização do software SimulArroz (www.ufsm.br/simularroz), para avaliar a resposta do modelo à cultivar híbrida. Para a simulação da área de Santa Maria, os dados diários de temperatura mínima e máxima do ar e radiação solar, necessários para rodar as simulações no software, foram coletados da Estação Climatológica Principal do 8º DISME/INMET/MAPA, localizada no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia/CCR/UFSM em Santa Maria – RS, distante aproximadamente 10 km da área observada. Para a simulação da área de Cachoeirinha foram utilizados os dados meteorológicos da Estação Climatológica Automática, localizada no IRGA (Instituto Rio Grandense do Arroz), a aproximadamente 500m da área observada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em Cachoeirinha (Figura 1), foi observada a data de ocorrência do R1 no dia 30/12/2014 (64 Dias Após a Semeadura – DAS), R4 no dia 30/01/2015 (95 DAS), e R9 no dia 03/03/2015 (127 DAS). O modelo simulou R1 no dia 31/12/2014 (65 DAS), R4 em 29/01/2015 (94 DAS) e R9 em 18/02/2015 (114 DAS). Nota-se que o modelo teve grande precisão na simulação dos estágios R1 e R4, porém reduziu o ciclo na simulação do estágio R9 em 13 dias.

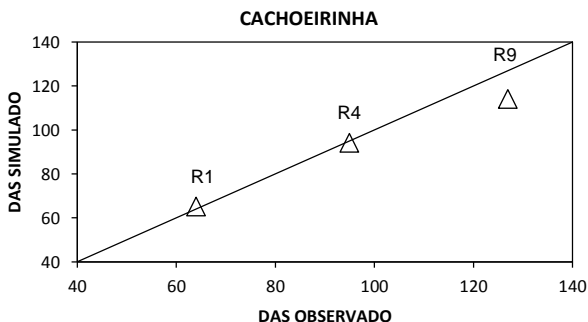


Figura 1. Dados de fenologia observado e simulado pelo SimulArroz do híbrido QM1010 CL no município de Cachoeirinha, RS, durante a safra 2014/2015. DAS: Dias Após a Semeadura; R1: Diferenciação do Primórdio Floral; R4: Antese; R9: Todos os grãos da panícula com casca marrom.

Em Santa Maria (Figura 2), após a sementeira foram registrados 112 mm acumulados de chuva até a data de emergência, que ocorreu no dia 13/11/2014, o que levou a uma grande diferença do período sementeira-emergência entre simulado (5 dias) e observado (16 dias). Esta diferença se deve ao modelo não considerar a chuva no período de sementeira-emergência, portanto fez-se necessária a exclusão da observação sementeira-emergência e estimativa dos estágios fenológicos R1, R4 e R9 por soma térmica a partir dos dados coletados em Cachoeirinha, melhorando o desempenho do modelo. O R1 foi estimado aos 59 DAS, o R4 aos 90 DAS e o R9 128 DAS. O modelo simulou R1 aos 63 DAS, R4 aos 90 DAS e R9 aos 115 DAS. Com a estimativa dos estágios por soma térmica, o modelo apresentou grande precisão na simulação de R1 e R4, porém reduziu o ciclo na simulação de R9 em 13 dias.

Analisando os resultados da simulação para Cachoeirinha e para Santa Maria verificou-se que para os dois locais o modelo simulou bem os estágios R1 e R4, no entanto, há a necessidade de melhorar a calibração do modelo para a simulação do estágio R9.

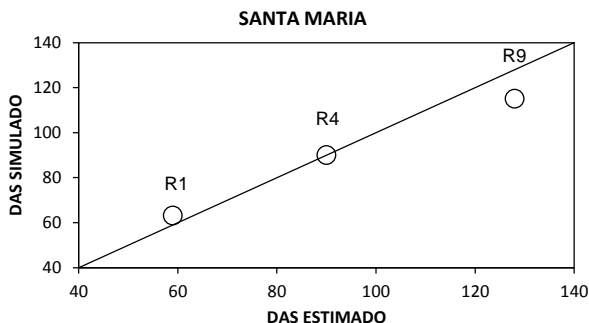


Figura 2. Dados de fenologia estimado e simulado pelo SimulArroz do híbrido QM1010 CL no município de Santa Maria, RS, durante a safra 2014/2015. DAS: Dias Após a Semeadura; R1: Diferenciação do Primórdio Floral; R4: Antese; R9: Todos os grãos da panícula com casca marrom.

CONCLUSÃO

O modelo SimulArroz apresenta um bom desempenho em simular os estágios R1 e R4 do híbrido QM1010 CL, no entanto subestima o estágio R9.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGGARWAL, P. K. et al. InfoCrop: A dynamic simulation model for the assessment of crop yields, losses due to pests, and environmental impact of agro-ecosystems in tropical environments. I. Model description. **Agricultural Systems**, v.89, p. 1-25, 2006.
- BOUMAN, B. A. M. et al. **ORYZA 2000**: modeling lowland rice. Version 2.12, November, 2004. In: Cereal Knowledge Bank, International Rice Research Institute.
- CONAB [Companhia Nacional do Abastecimento]. **Acompanhamento da Safra Brasileira grãos**, v. 1 - Safra 2013/14, n. 8 - Oitavo Levantamento, Brasília, maio 2014. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_05_13_08_46_55_boletim_graos_mai_2015.pdf>. Acesso em 01 de junho de 2015.
- COUNCE, P. et al. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, v.40, n.2, p.436-443, 2000.
- MIELEZRSKI, F. et al. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n.3, p. 83-94, 2008.
- MONTEIRO, J. E. B. A. et al. Rice yield estimation based on weather conditions and on technological level of production systems in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 2, p. 123-131, fev. 2013.
- SOSBAI [Sociedade Sul Brasileira de Arroz Irrigado]. 2014. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria, 2014, 192p.

STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M. Estudo numérico do impacto da mudança climática sobre o rendimento de trigo, soja e milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.9, p.1351-1359, set. 2006.

STRECK, N. A. et al. SimulArroz: Um aplicativo para estimar a produtividade de arroz no rio grande do sul. In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO. 10. 2013. Santa Maria. **Anais**. Santa Maria. 2013.

WALTER, L. C. et al. Adaptação e avaliação do modelo infocrop para simulação do rendimento de grãos da cultura do arroz irrigado. **Engenharia Agrícola**, v.32, n.3, 2012.

TRANSFORMAÇÃO GENÉTICA EM ARROZ COM O GENE *bvl* de *Bauhinia variegata* VISANDO À OBTENÇÃO DE PLANTAS TOLERANTES A FUNGOS FITOPATOGÊNICOS

Tatiane Casarin¹; Carla Ferreira Silveira²; Fabiana Roos Nora³; Luciana Bicca Dode⁴; Guilherme Cardoso⁵; Amanda Munari Guimarães⁶; Luciano da Silva Pinto⁷

Palavras-chave: Transgênico, lectina, *Oryza sativa* L..

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma das mais importantes espécies cultivadas no mundo, fazendo parte da alimentação diária de metade da população mundial (SCHMIDT, 2009). O Brasil destaca-se como o nono maior produtor no mundo, o maior produtor fora do continente asiático, e responsável por cerca de 2% da produção mundial total e de 50% da produção da América Latina (CONAB, 2013).

No entanto, a cultura é atacada por diversas pragas e doenças que reduzem seu potencial produtivo. As doenças fúngicas destacam-se dentre os fatores limitantes da produção e da qualidade dos grãos, sendo que uma das principais doenças é a brusone, causada pelo fungo *Pyricularia oryzae* e, como doença secundária, a doença causadora de manchas em grãos ocasionada por *Bipolaris oryzae* (BALARDIN e BORIN, 2001). Nos últimos anos a ocorrência da mancha parda ou helmintosporiose causada pelo fungo *B. oryzae* vem aumentando, tendo assumido posição de doença economicamente importante devido à maior suscetibilidade da maioria das cultivares atualmente em uso (MALAVOLTA et al., 2002).

O ensaio de atividade antifúngica realizado por Pinto et al (2008) mostrou que a lectina BVL de *Bauhinia variegata* L. possui atividade contra os fungos *P. oryzae* e *B. oryzae*. Lectinas são proteínas de origem não-imune, com capacidade de interação seletiva com resíduos de carboidratos, sem, no entanto, modifica-los, excluindo desta definição imunoglobulinas e enzimas (PEUMANS e VAN DAME, 1995). Conforme estes autores, qualquer proteína que possua ao menos um domínio não catalítico capaz de ligar-se reversivelmente a mono ou oligossacarídeos pode ser enquadrada nesta categoria.

As funções fisiológicas propostas para as lectinas vegetais incluem o papel em mecanismos de defesa da planta contra fitopatógenos e insetos fitófagos (CHRISPEELS e RAIKEL, 1991; GATEHOUSE et al., 1994; PEUMANS e VAN DAMME, 1995; SITOBY et al., 2007).

Sendo assim, a ação das lectinas sobre fitopatógenos se mostra uma promissora aplicação biotecnológica dessas proteínas a ser explorada para fins agrônomicos. A expressão heteróloga dessas proteínas como estratégia de obtenção de plantas tolerantes a pragas e doenças pode representar uma ferramenta para o aumento da produtividade de plantas de interesse econômico.

O objetivo deste trabalho é a obtenção de plantas de arroz geneticamente modificadas com o gene que codifica a proteína BVL, que ao ser expressa, possibilite a obtenção de plantas tolerantes a fungos fitopatogênicos.

¹ Aluna de pós-graduação em Biotecnologia, UFPel – casarintatiane@gmail.com

² Ma. em Biotecnologia, Embrapa Clima Temperado

³ Dra. em Biotecnologia

⁴ Professora adjunta, UFPel

⁵ Aluna de Graduação em Biotecnologia, UFPel

⁶ Aluno de pós-graduação em Biotecnologia, UFPel

⁷ Professor adjunto, UFPel

MATERIAL E MÉTODOS

Material vegetal

Foram utilizadas no estudo sementes do cultivar de arroz comercial PUITA INTA CL. Sementes previamente descascadas foram desinfestadas com álcool 70% durante 3 min., solução de hipoclorito de sódio 3% por 25 min., seguido de três lavagens em água destilada estéril. Após a desinfestação, as sementes foram inoculadas em meio MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962) semi-sólido acrescido de 3% (p/v) de sacarose (MS 3%) e 7 g L⁻¹ de ágar, suplementado com 2 mg L⁻¹ de 2,4-D (ácido 2,4 diclorofenoxiacético). O pH do meio foi ajustado em 5,8 anteriormente ao processo de autoclavagem que garantiu a esterilização através do calor úmido. O material foi incubado no escuro, à temperatura de 28 ± 1°C, durante 12 a 15 dias. Após este período, os calos formados, a partir do escutelo, foram seccionados e transferidos para meio fresco com o mesmo regulador de crescimento e mantidos nas mesmas condições de cultivo.

Construção do vetor e transformação genética dos explantes via *Agrobacterium tumefaciens*

O gene *bvl*, com o peptídeo sinal nativo foi amplificado a partir do vetor pCR2.1::*bvl* previamente construído (Pinto *et al.*, 2008). Para isso, iniciadores específicos BaulR (5'CATATGATGCTTCTCTACCAAC3') e BVLplantaF (5'ATGCTTCTCTACAACTCAAATC3') foram construídos. Após a amplificação, o produto de PCR foi ligado ao vetor de entrada pCR8/GW/TOPO (Invitrogen) originando o vetor pCR8::*bvl*, conforme indicação do fabricante. Este vetor foi utilizado para a recombinação com o vetor de destino pH7WG2D, originando o vetor pH7WG2D::*bvl* que foi inserido em *Escherichia coli* Top10F por eletroporação. Após a caracterização e confirmação da construção, o vetor pH7WG2D::*bvl* foi transferido para a cepa LBA 4404 de *Agrobacterium tumefaciens*.

Para a transformação dos explantes de arroz, a cepa de *A. tumefaciens* foi cultivada até uma DO₅₅₀ entre 0,5 e 1,0 em meio LB e colocada em co-cultivo com os calos durante 20 minutos, os quais foram transferidos para meio de regeneração seletivo contendo 20 mg L⁻¹ de higromicina e 300 mg L⁻¹ de cefotaxima. O meio de regeneração utilizado consistiu de meio MS 3% semi-sólido, acrescido dos reguladores de crescimento benziladenina (2 mg L⁻¹) e ácido naftaleno acético (0,5 mg L⁻¹). Os explantes foram transferidos para sala de crescimento com temperatura de 25 ± 1 °C, fotoperíodo de 16 horas e densidade de fluxo de fótons de 42 µmol m⁻² s⁻¹. (HIEI e KOMARI, 2008).

Enraizamento e aclimatização das plantas transformadas em casa-de-vegetação

As brotações regeneradas e possivelmente transformadas foram alongadas em meio MS 3%. Estas brotações foram transferidas para meio de enraizamento (MS acrescido de 60 g L⁻¹ sacarose, 100 mg L⁻¹ mioinositol e 7,0 g L⁻¹ ágar) por um período de 15 dias. Posteriormente, as plantas com raízes foram transplantadas para vasos contendo como substrato solo e vermiculita (1:1) e cultivadas em casa de vegetação.

Seleção de plantas transformadas

O gene foi amplificado do gDNA das plantas de *O. sativa* cv. Puita INTA CL por PCR utilizando 200 ng de gDNA molde, 10 mM de cada oligonucleotídeo e 25 µL de *GoTaq*[®] *Green Master Mix* 2x (Promega, contendo dNTPs, MgCl₂, e *Taq* DNA polimerase) em 50 µL de reação. As PCRs foram realizadas em termociclador T100™ Thermal Cycler (BIO-RAD) utilizando desnaturação inicial (94°C, 5 min.), 30 ciclos de desnaturação (94°C, 1 min.), anelamento (55°C, 1 min.) e extensão (72°C, 1 min. 30 seg.), e então extensão final (72°C, 5 min.). Os produtos de PCR foram visualizados em gel de agarose 1%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a cv. Puitá INTA CL, em experimento realizado previamente à transformação, estabeleceu-se a dose mínima (20 mg L⁻¹) do antibiótico de seleção (higromicina) à qual explantes (calos) não transformados sejam susceptíveis. Quatro mil e cem explantes de *O. sativa* foram submetidas ao protocolo de transformação, sendo que destes, 7 regeneraram plantas possíveis transformadas. Estas plantas irão gerar 7 diferentes linhagens que foram aclimatadas e transferidas para casa de vegetação. Amostras das folhas destas plantas foram coletadas para as análises moleculares (Figura 1).

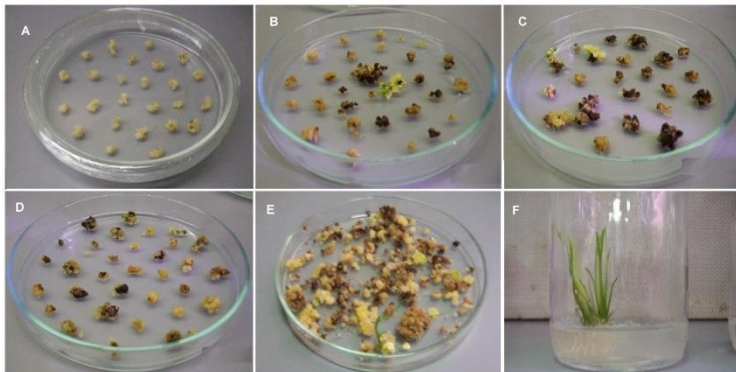


Figura 1. Arroz putativamente transgênico cultivar Puitá INTA CL obtido via infecção por *Agrobacterium tumefaciens* com o vetor pH7WG2D::BVL contendo o gene *bvl*. (A): Calos de arroz em meio de seleção contendo antibióticos – 0 dias. (B): Calos de arroz putativamente transformados em meio de seleção contendo antibióticos – 15 dias. (C-E): Calos de arroz em meio de regeneração – 45, 60 e 60 dias respectivamente. (F): Plântula de arroz em meio de alongamento – 30 dias. Fonte: Autor da Pesquisa, 2015.

A partir dos resultados pode-se pressupor que houve a inserção do gene *bvl*, nas plantas analisadas (03 – 10) conforme Figura 2. Este é o primeiro relato do uso da lectina BVL, na tentativa de obtenção de arroz cv. Puita INTA CL, resistente a brusone. No entanto, a tolerância ao fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, foi comprovada em trabalhos realizados por YAN et al. (2005), que demonstraram a utilização de lectinas de *B. variegata* com ação antifúngica em *Colletotrichum* sp., comprovando a eficiência da sua ação inibitória em fungos. Pinto et al. (2008) também utilizou esta proteína em testes com o *Pyricularia oryzae*, obtendo resultados positivos contra seu crescimento.

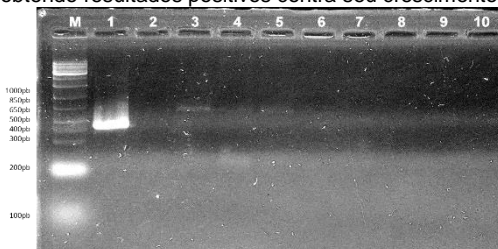


Figura 2. Validação por PCR dos clones pH7WG2D::BVL em *O. sativa* cv. Puita INTA CL. M: Marcador 1Kb plus (Invitrogen); 1: Controle positivo; 2: Controle negativo (gDNA planta não transformada); 3-10: clones positivos. Gel de agarose 1%, com amostras coradas com *Blue green I* (LGC).

Dados de outros trabalhos (KOPROWSKI e YUSIBOV, 2001; TWYMAN et al., 2003), mostram que a expressão de genes exógenos inseridos em plantas é muitas vezes baixa,

além do que, a produção da proteína alvo pode chegar a representar apenas 0,1 a 1% do total de proteínas solúveis produzidas no vegetal. Isso dificulta a verificação da presença da proteína na planta.

CONCLUSÃO

Através do protocolo utilizado, foram obtidas plantas regeneradas resistentes ao antibiótico de seleção e positivas na amplificação do gene de *bvl* por PCR, indicando que estas sejam possivelmente transformadas. Para a confirmação da transformação, serão necessárias novas análises, como *western* e *southern blot*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALARDIN, R. S.; BORIN, R. C. **Doenças na cultura do arroz irrigado**. Santa Maria: [s.n], 48p, 2001.
- CHRISPEELS, M.J.; RAIKHEL, N.V. Lectins, lectin genes and their role in plant defense. **The plant cell**, v. 3, p. 1-9, 1991.
- CONAB, **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 12/13** – Décimo Segundo Levantamento – Setembro/2013. Companhia nacional de abastecimento – Brasília: Conab. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/>. Acesso em outubro de 2013.
- GATEHOUSE, A.M. et al. Insect-resistant transgenic plants: choosing the gene to do the "job". **Biochemical society Transactions**, v. 22, p. 944-949, 1994.
- HIEI, Y.; KOMARI, T. *Agrobacterium*-mediated transformation of rice using immature embryos or calli induced from mature seed. **Nature Protocols**, v.3, n.5, p.824-834.
- MALAVOLTA, V. M. A. et al. Efeito de diferentes níveis de incidência de *Bipolaris oryzae* em sementes de arroz sobre aspectos fisiológicos, transmissão do patógeno às plântulas e produção. **Summa Phytopathologica** v. 28, p. 336-340, 2002.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A. A revised medium for a rapid growth and bioassays with tobacco tissues cultures. **Plant Physiol**, v.15, p.473-479, 1962.
- SCHMIDT, A. B. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. **Desenvolvimento de painéis multiplex de marcadores microssatélites e mapeamento de QTLs de tolerância à seca e ao frio em linhagens puras recombinantes de arroz (Oryza sativa L.)**. 1 v. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis, 2009.
- PEUMANS, W. J.; VAN DAMME, E. J. M. Lectins as plant defense proteins. **Plant Physiology**, v.109, p.347-352, 1995.
- PINTO, L. P. et al. Purification and molecular cloning of a new galactose-specific lectin from *Bauhinia variegata* seeds. **Journal of Biosciences**, v.33, n.3, p.355-363, 2008.
- SAMBROOK, J.; D. W. RUSSEL. 2001. Molecular cloning. p. 9.16-9.17. Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, NY.
- SITOHY, M.; DOHEIM, M.; BADR, H. Isolation and characterization of a lectin with antifungal activity from Egyptian Pisum sativum seeds. **Food Chemistry**, v.104, n.3, p.971-979, 2007.
- KOPROWSKI, H.; YUSIBOV, V.; The green revolution: plant heterologous expression vectors. **Vaccine**. v.19, p.2741-2745, 2001.
- TWYMAN, R.M. et al. Molecular farming in plants: host systems and expression technology. **Trends Biotechnology**. v.21, p.570-578, 2003.
- YAN, Q. et al. A novel homodimeric lectin from Astragalus mongholicus with antifungal activity. **Archives of Biochemistry Biophysics**. v.442, p.72-81, 2005.

VALOR DE CULTIVO E USO DE GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO DA EMBRAPA, NO RS - SAFRA 2014/15

Ariano M. de Magalhães Jr.¹, Paulo Fagundes¹, Daniel Fernández Franco¹, Cley Donizette Nunes¹, Alcides Severo¹, Orlando P. de Moraes², Pérciles Neves², Paulo H.N. Rangel², Francisco Moura², Eduardo A. Streck³, Gabriel Aguiar³, Matheus Plantikow Huber⁴, Tuise Kuhn Krüger⁴, Paulo Henrique Karling Facchinello³

Palavras-chave: cultivares, ganho genético, produtividade, seleção

INTRODUÇÃO

No melhoramento convencional, as maiores dificuldades para obtenção dos genótipos de interesse do melhorista encontram-se na manipulação dos caracteres quantitativos, ou seja, aqueles de herança complexa, que possuem reduzida herdabilidade em virtude do grande número de genes que os controlam. A eficiência de seleção, nesse caso, é determinada por vários aspectos, principalmente pela participação direta do ambiente na expressão do caráter, acarretando dificuldades na identificação dos indivíduos superiores (CARVALHO et al., 2003).

Um dos principais desafios do melhoramento genético do arroz irrigado é o aumento de produtividade, pois além de manter as características agrônômicas associadas ao rendimento de grãos, deve-se considerar os padrões industriais e culinários aceitáveis pela atual demanda do consumidor brasileiro. A produtividade é um caráter complexo, resultante dos efeitos multiplicativos de seus componentes primários. Diversos processos podem ter influência direta ou indireta sobre o referido caráter, como o ambiente ao qual o genótipo está submetido. A avaliação de linhagens em diferentes regiões edafoclimáticas é de fundamental importância para discriminar constituições genéticas quanto a adaptabilidade e estabilidade. Em função dos grandes avanços dos programas de melhoramento genético de arroz já alcançados, são grandes as dificuldades encontradas para a obtenção de progresso genético sobre o caráter rendimento de grãos (MAGALHÃES JR. et al., 2003).

O Programa de Melhoramento Genético da Embrapa tem por desafio desenvolver cultivares que apresentem uma alta adaptabilidade e estabilidade aos diversos ambientes em que são cultivadas e, que expressem elevado rendimento de grãos, associado à características agrônômicas e industriais adequadas.

O ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCU) destina-se à avaliação final das linhagens elite selecionadas em ensaios de rendimento preliminar, em diferentes condições ambientais, visando obter informações agrônômicas detalhadas para o lançamento de novas cultivares. Através desse ensaio, obtém-se os requisitos mínimos para inscrição no Registro Nacional de Cultivares (RCN).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho das linhagens geradas pelo programa de melhoramento genético da Embrapa, em diferentes regiões orizícolas do Rio Grande do Sul, na safra 2014/15, visando possível lançamento e recomendação de novas cultivares de arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de VCU conduzido no ano agrícola 2014/15 foi constituído por quatorze genótipos, sendo nove linhagens elites, um híbrido da Embrapa H7 CL (AB14101) e quatro testemunhas: BR IRGA 409 (ciclo médio), BRS Pampa (ciclo precoce), IRGA 417 (ciclo precoce) e Avaxi CL (ciclo precoce).

¹ Embrapa Clima Temperado, Cx. Postal 403, CEP 96001-970 Pelotas, RS. e-mail: ariano.martins@embrapa.br

² Embrapa Arroz e Feijão

³ Estagiário Embrapa Clima Temperado – Pós-Graduação em Melhoramento Vegetal – UFPel-FAEM

⁴ Estagiário Embrapa Clima Temperado

Os ensaios foram conduzidos em Alegrete, Capão do Leão, Capivari do Sul, Santa Vitória do Palmar, São Vicente do Sul e Uruguaiiana, municípios representantes de diferentes regiões orizícolas do estado do RS, no entanto por problemas de manejo, os municípios com coeficientes de variação (CV) elevados, Alegrete e São Vicente do Sul não foram considerados nas análises. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas foram de 9 linhas de 5 m de comprimento, espaçadas 0,20 m entre si. A área útil da parcela foi de 4,0 m². As práticas de adubação e manejo foram adotadas segundo as recomendações técnicas de cultivo do arroz irrigado (SOSBAI, 2014). Foram avaliadas: produtividade de grãos (kg ha⁻¹), floração (dias da emergência a 50 % de floração), estatura de plantas (cm), pubescência foliar, acamamento (notas de 1 a 9, onde notas menores revelam o melhor desempenho agrônomo), rendimento industrial e qualidade dos grãos quanto às características de mancha de grãos (MG), provocado por estresses bióticos e abióticos. A produtividade de grãos foi avaliado por meio da análise de variância e aplicação do Teste de Tukey (P < 0,05) para discriminar os tratamentos. Para as demais variáveis, realizou-se apenas a obtenção das médias de todos os locais. As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico Genes (CRUZ, 2013)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância indicou efeito significativo entre os genótipos avaliados quanto a produtividade média, bem como houve diferença significativa pelo Teste de Tukey (P < 0,05) entre os locais (Tabela 1). A produtividade média de grãos dos genótipos variou de 11.384 kg ha⁻¹ (BRS Pampa) a 3.852 kg ha⁻¹ (AB 12683), com média geral do experimento de 8.102 kg ha⁻¹, e um CV de 9.35%, o que evidencia uma adequada precisão na condução do ensaio. A maior produtividade média foi obtida no município de Uruguaiiana, a qual diferiu estatisticamente dos demais ambientes. A menor produtividade média foi observada no município de Santa Vitória do Palmar, devido a alguns problemas enfrentados na condução do experimento, principalmente no controle de plantas daninhas.

As maiores produtividades médias, considerando as quatro repetições, foram obtidas em Uruguaiiana com a cultivar BRS Pampa (11.384 kg ha⁻¹) e com as linhagens AB12597 e AB13002 (10.687 kg ha⁻¹), as quais não diferiram estatisticamente entre si. Estas linhagens desenvolvidas pelo programa da Embrapa apresentam ciclo precoce ao redor dos 120 dias, da emergência à maturação, com folhas lisas. Destacam-se também três linhagens que apresentaram valores de rendimentos médios superiores à média do experimento (AB10501, AB13008 e AB10572), bem como o híbrido H7 CL desenvolvido para o sistema "clearfield".

Em relação aos parâmetros agrônômicos (Tabela 2) pode-se observar um comportamento médio adequado dos genótipos nos ambientes de cultivo no Rio Grande do Sul. Não verificou-se problemas de acamamento em nenhum dos locais. Quanto às pragas e doenças, não foram observados danos de importância econômica. O ciclo mais longo foi da linhagem AB12625, a qual necessitou de 98 dias para atingir 50% da floração, sendo, em média, 3 dias mais tardia que a testemunha BR IRGA 409 que apresenta ciclo médio. Foi observado comportamento satisfatório para o rendimento de grãos inteiros e mancha de grãos, com destaque para as linhagens AB10501, compatível com as melhores testemunhas para qualidade de grãos que são as cultivares BR IRGA 409 e IRGA 417 utilizadas como padrões no ensaio.

Tabela 1.Produtividade de grãos (kg ha⁻¹) de linhagens elites de arroz irrigado do Ensaio de Valor de Cultivo e Uso, safra 2014/15. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2015.

Genótipos	Locais				
	Capão do Leão	Santa Vitória do Palmar	Capivari do Sul	Uruguiana	Médias*
BRS Pampa	8289.9 bcdeB	6811.6 abC	8470.8 aB	11384.3 aA	8739.2 a
Avaxi CL	10288.5 aA	5984.1 abcC	8226.4 aB	9653.1 abA	8538.0 ab
AB10501	10101.6 abB	5381.8 bcdC	8128.9 aB	10475.6 abA	8522.0 abc
H7 CL	7361.0 efB	7701.3 aB	8676.4 aB	10281.2 abA	8505.0 abc
AB13008	9440.8 abcdAB	6334.0 abC	8051.8 aB	9743.7 abA	8392.6 abc
AB10572	8213.0 cdeB	6338.6 abC	8364.5 aB	10446.8 abA	8340.7 abc
AB13002	8226.7 cdeB	4473.1cdC	8392.2 aB	10678.1 abA	7942.5 abc
AB11551	8798.9 abcdeAB	5605.6 bcdC	7466.1 aB	9559.3 bA	7857.5 abc
IRGA 417	7651.2 defB	5865.2 bcC	8209.8 aB	9625.2 abA	7837.9 abc
AB12625	9734.8 abcA	4998.6 bcdC	7402.8 aB	9193.7 bA	7832.5 abc
AB12683	9385.1 abcdA	3852.7 dC	7570.6 aB	10475.0 abA	7820.9 bc
BR IRGA 409	8121.1 cdeAB	6549.0 abC	7361.7 aBC	9106.2 aB	7784.5 bc
AB13012	7952.3 cdefB	5803.1 bcC	7505.3 aB	9590.6 abA	7712.8 bc
AB12597	6280.1 fC	5763.0 bcC	7723.7 aB	10687.5 abA	7613.5 c
Médias	8560.4 B	5818.7 D	7967.9 C	10064.3 A	8102.4
CV					9,35%

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Comportamento dos genótipos avaliados no Ensaio de Valor de Cultivo para as variáveis floração 50% (dias), estatura de plantas(cm), pubescência da folha (L-lisa; P-pilosa), acamamento (Acam), mancha de grãos (MG) e rendimento industrial, considerando dados médios dos cinco locais de cultivo, safra 2014/15. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2015.

Genótipos	Floração 50% (dias)	Estatura (cm)	Pubescência	Acam*.	MG*	Rendimento Industrial
						Inteiros
BR IRGA 409	95	87	P	1.0	1.0	64,14
IRGA 417	84	83	P	1.0	1.0	62,94
BRS Pampa	90	91	P	1.0	1.0	59,88
Avaxi CL	83	89	P	1.0	1.0	54,91
AB10572	87	89	L	1.0	1.0	61,19
AB11551	91	83	P	1.0	1.0	63,45
AB10501	90	84	P	1.0	1.0	67,49
AB13002	90	84	L	1.0	1.0	57,54
AB13008	87	89	P	1.0	1.0	55,09
AB13012	92	85	P	1.0	1.0	63,62
AB12597	90	94.9	L	1.6	1.0	59.7
AB12625	98	87.0	P	1.0	1.0	52.3
AB12683	86	89.6	P	1.0	1.0	61.8
H7 CL	83	94.0	P	1.0	1.0	62.0

* Notas: Acamamento: 1-9; MG (mancha de grãos): 1-5, onde notas menores correspondem ao melhor desempenho agrônômico ou melhor qualidade

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste experimento de valor de cultivo e uso de linhagens promissoras do programa de melhoramento genético de arroz irrigado da Embrapa permitem concluir que, pela produtividade de grãos e desempenho agrônômico, é possível indicar genótipos para futuros lançamentos, registros e cultivo no Rio Grande do Sul, com destaque para a linhagem AB 10501.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, F.I.F de; LORENCETTI, C.; MARCHIORO, V.S.; SILVA, S.A. **Condução de população no melhoramento genético de plantas**. Pelotas: UFPel. Ed. Universitária, 2003. 230 p.

CRUZ, C. D. **Programa Genes** - Biometria. 1. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. v. 1. 382 p.

MAGALHÃES JR. A.M. de; FAGUNDES, P.R.; FRANCO, D.F. Melhoramento genético, biotecnologia e cultivares de arroz irrigado. In: MAGALHÃES JR. de, A.M.; GOMES, A. da S. Arroz irrigado: melhoramento genético, manejo do solo e da água e prognóstico climático. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, p.13-33, 2003. (Embrapa Clima Temperado: **Documentos**, 113).

SOSBAI. **Arroz Irrigado: Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil**. / 30Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado, 06 a 08 de agosto de 2014, Bento Gonçalves, RS. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. Santa Maria/RS: SOSBAI, 2014. 192p. , il.

VARIABILIDADE GENÉTICA EM GERMOPLASMA DE ARROZ UTILIZANDO MARCADORES MOLECULARES SSR

Daisy Leticia Ramirez Monzón¹; Raquel Kneib²; Naciele Marini³; Caroline Marques Castro⁴; Ariano Martins de Magalhães Jr.⁵; Luciano Carlos da Maia⁶

Palavras-chave: características fenotípicas; *Oryza sativa* L.; melhoramento genético.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais cultivados, sendo considerado o alimento básico mais importante no mundo, demandando assim o aumento dos atuais níveis de produtividade da cultura (FAN, 2011).

A maior parte do arroz produzido é proveniente de variedades modernas altamente produtivas, no entanto, variedades tradicionais mantidas em bancos de germoplasma apresentam grande importância como recursos genéticos para ampliação da base genética em programas de melhoramento. Essas variedades tradicionais são valiosos recursos por conterem variabilidade genética e, ao mesmo tempo, complementarem o *pool* gênico das cultivares melhoradas recentemente. Estas representam um estágio intermediário da domesticação dos ancestrais silvestres e as variedades modernas, e servem de reservatório da variabilidade (LONDO et al., 2006).

O arroz irrigado no Brasil era constituído, na maior parte da base genética dos programas de melhoramento, até pouco tempo, por sete variedades: DeoGeo Woo Gen, Cina, Lati Sail, I GeoTze, MongChimVang A, Belle Patna e Tetep (RANGEL et al., 1996; NASCIMENTO, 2008). Porém, Montalvânet al. (1998) alertaram sobre o estreitamento da base genética das cultivares modernas de arroz. Sendo assim, é necessário priorizar a conservação, bem como melhorar a manutenção e utilização dos banco de germoplasma.

As informações sobre a variabilidade e estrutura do germoplasma são essenciais para a seleção de características importantes para a realização de cruzamentos, e também para a identificar genótipos que contém alelos de importância para o melhoramento de plantas (GARRIS et al., 2005). Essa variabilidade expressa-se, entre outras formas, através do grande número de variedades que as espécies cultivadas apresentam (MÜHLEN et al., 2000). Na avaliação da variabilidade genética, os marcadores microssatélites tem sido utilizados com sucesso e são considerados ideais para a caracterização molecular de recursos genéticos por serem marcadores co-dominantes, abundantes, multialélicos, altamente polimórficos e com grande eficiência (VARSHNEY et al., 2005).

Considerando a necessidade e a importância do estudo da variabilidade genética, este trabalho teve como objetivo estimar a variabilidade genética de 151 genótipos de arroz disponíveis no Banco de germoplasma da Embrapa Clima Temperado, utilizando marcadores SSR.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Biologia Molecular da Embrapa Clima Temperado. Foram utilizados 151 genótipos de arroz pertencente ao Banco de germoplasma da Embrapa. As sementes foram acondicionadas em rolos de papel

¹ D. L. M. Ramirez, Engenheira Agrônoma, M.Sc., Doutoranda, Universidade Federal de Pelotas, Caixa Postal 354, CEP 96.010-900, Capão de Leão, RS, Brasil, daisyrami@gmail.com.

² Doutoranda, Doutoranda, Universidade Federal de Pelotas.

³ Doutora, Pós doutoranda, Embrapa Clima Temperado.

⁴ Doutora, Pesquisadora, Embrapa Clima Temperado.

⁵ Doutora, Pesquisador, Embrapa Clima Temperado.

⁶ Doutor, Professor Universidade Federal de Pelotas.

germinador, umedecidas com água ultrapura. Posteriormente foram mantidas em câmara de germinação (BOD) a 26 °C, por um período de sete dias (BRASIL, 2009). Após este período foram coletadas amostras do tecido folhar para extração de DNA genômico. As extrações de DNA foram realizadas utilizando o método CTAB modificado (DOYLE; DOYLE, 1990). A concentração de DNA foi estimada por eletroforese em gel de agarose 1% comparados com o Marcador Lambda/Hind III (Invitrogen) de peso molecular conhecido, tendo sido as amostras diluídas para a concentração de 10 ng/μl.

A seleção dos marcadores *SSR* foi realizada baseada no *Polymorphism Information Content* (PIC) de cada loci, tamanho de amplificação e distribuição, considerando os 12 cromossomos do arroz. Foram selecionados nove loci microssatélites (TEMNYKH et al., 2000) sendo, posteriormente, analisados, conforme metodologia proposta (ZHU et al., 2004; WANKHADE et al., 2010; RAJENDRAN et al., 2012).

As condições de amplificação foram as seguintes: 94 °C por 5 min, 35 ciclos de 94 °C por 1 min, 55 a 61 °C por 1 min e 72 °C por 5 min. Para a detecção de polimorfismo alélico foi efetuada eletroforese em géis de poliacrilamida 6%. Os produtos amplificados foram visualizados através de coloração do gel com nitrato de prata e o tamanho dos fragmentos amplificados foi estimado comparando-se sua posição no gel em relação à posição das bandas de tamanho definido de um marcador padrão de peso molecular de 10pb DNA Ladder (Invitrogen). Foi realizada a análise de correspondência múltipla (MCA) utilizando a ferramenta estatística SAS (SAS Institute, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstraram que um total de 41 alelos foram detectados com os nove *loci* *SSR* nos 151 genótipos estudados. O número de alelos por *locus* variou de dois (RM184) a sete (RM157A), com uma média de 4,55 alelos por *locus*. Na Tabela 1 podem ser visualizados os alelos obtidos nos diferentes *loci*. O *locus* RM157A detectou o maior número, equivalente a sete alelos no conjunto de genótipos estudados, seguido por RM286 com seis alelos, enquanto o menor número foi detectado em RM184, com apenas dois alelos diferentes identificados.

Os alelos mais frequentes neste estudo foram detectados nos *loci* RM184, RM161, RM172 e RM341. Sete alelos (17,07%) apresentaram-se pouco frequentes por genótipos RM341, RM 57A, RM161, RM103, RM152 e RM286, variando de oito a um genótipo por *locus* *SSR*. Os genótipos Mogi e Oro apresentaram um alelo nos *loci* RM157A e RM286. Relatos sobre a cultivar Oro ressaltam que esta foi selecionada a partir de um arroz que era semeado inicialmente no Chile, sendo que sua origem está, provavelmente, nas primeiras variedades introduzidas da Europa (AGIRRE, et al., 2005), podendo a característica apresentar-se somente nesses dois genótipos.

Tabela 1. Tamanho de alelo (TA) e número de genótipos (N^o) observados nos 151 genótipos analisados, para os nove *loci* *SSR*. Embrapa, UFPel/CGF/Pelotas, 2015.

Alelos	CR 2		CR 3		CR 5		CR 6		CR 7		CR 8		CR 10		CR 11		CR 12	
	RM 341	N ^o G	RM 157A	N ^o G	RM 161	N ^o G	RM 103	N ^o G	RM 172	N ^o G	RM 152	N ^o G	RM 184	N ^o G	RM 286	N ^o G	RM 19	N ^o G
A	153	95	135	4	195	117	343	18	179	17	154	6	232	117	119	77	259	49
B	161	34	144	44	196	4	346	75	185	111	160	11	239	63	133	10	261	80
C	178	6	147	8	199	35	350	44	182	40	165	53			137	20	264	33
D	186	19	148	21	204	13	354	18			168	15			138	29	282	10
E	190	106	153	57			359	3			154	6			146	27		
F			160	23											152	1		
G			162	1														
Total de alelo		260		158		169		158		168		167		180		164		172

Na análise de correspondência múltipla (MCA) (Figura 1), observa-se que no quadrante I são agrupados os genótipos preferencialmente de origem *indica*, sendo encontrados genótipos de importância para o melhoramento como Cica4, Cica7, Cica9 e Cica8. Estes genótipos representam, aproximadamente, 90% dos genótipos desenvolvidos no Brasil e

agrupado neste quadrante devido ao fato de seu genitor, Dawn, também se encontrar no mesmo quadrante. Em análise de genealogia realizada por Raimondiet al. (2014), foi observado um nível significativo de parentesco do IRGA 411 com os genótipos comerciais de arroz lançados pela Embrapa e IRGA.

CONCLUSÃO

Os nove *loci* utilizados são eficientes e apresentam alto polimorfismo entre os genótipos estudados, observando uma grande variabilidade genética nos 151 genótipos do banco ativo de germoplasma da Embrapa.

AGRADECIMENTOS

CAPES e Embrapa Clima Temperado pela concessão de bolsa ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, C.; ALVARADO, R.; HINRICHSSEN, P. Identificación de Cultivares y Líneas de Mejoramiento de Arroz de Chile Mediante Amplificación de Fragmentos Polimórficos (AFLP). **Agricultura Técnica**, v. 65, n.4, p.356-369, December 2005.
- FAN, S. Global population versus foodproduction. **Rice Today**, Los Baños, v. 10, n. 4, p. 50, 2011.
- GARRIS, A. J., T. H. TAI, J. COBURN, S. KRESOVICH AND S. MCCOUCH Genetic structure and diversity in *Oryza sativa* L. **Genetics Society of America**. n.169, p.1631-1638, March 2005.
- IRGA. **Levantamento de Safra: 2013/14**. Avaliação de semeadura. Disponível em: http://www.irga.rs.gov.br/upload/20140224154739cultivares_regionais_2013_14. Acessado: 20 jan. 2015
- LONDO, J.P.; CHIANG, Y.C.; HUNG, K.H.; CHIANG, T.Y.; SCHAAL, B.A. Phylogeography of Asian wild rice, *Oryza rufipogon*, reveals multiple independent domestications of cultivated rice, *Oryza sativa*. **Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America**. v. 103, p. 9578-9583, June 2006.
- MONTALVÁN, R.; DESTRO, D.; SILVA, E. F.; MONTAÑO, J.C. Genetic base of Brazilian upland rice cultivars. **Journal of Genetics & Breeding**, v. 52, p. 203-209, Sep1998.
- MÜHLEN, G.S.; MARTINS, P.S.; ANDO, A. Variabilidade genética de etnovarietades de mandioca, avaliada por marcadores moleculares de DNA. **ScientiaAgricola**. v.57, p.319-328, June 2000.
- NASCIMENTO, W.F. DO. **Caracterização morfoagronômica de acessos de arroz (*Oryza sativa* L.) de terras altas**. 2008. 83f. Dissertação Universidade Federal de Pernambuco.
- RAIMONDI, J.V.; MARSCHALEK, R.; NODARI, O. Genetic base ofpaddy rice cultivars of southern Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. v. 14, p.194-199, October 2014.
- RAJEMDRAN, N.; MUKHERJEE, L.; REDDY, K.K.; SHASHIDHAR, H.E. DNA fingerprinting and estimation of genetic diversity among hybrid rice parental lines (*Oryza sativa* L.) using simple sequence repeats (SSR) markers. **Journal of Plant Breeding and Crop Science**. v.4, n.11, p.169-174, December 2012.
- SAS Institute. SAS/STAT guide for personal computers, Version 8.0. **SAS Inst.**, Cary, NC. 2000.
- TEMNYKH, S.; PARK, W.D.; AYRES, N.; CARTINHO, S.; HAUCK, N.; LIPOVICH, L.; CHO, Y.G.; ISHII, T. Mapping and genome organization of microsatellite sequences in rice (*Oryza sativa* L.). **Theoretical and Applied Genetics**, v. 100, p. 697-712, May 2000.
- VARSHNEY, R.K.; GRANER, A.; SORRELLS, M.E. Genic microsatellite markers in plants: features and applications. **Trends in Biotechnology**. v.23, p.48-55, January 2005.
- ZHU, M.; WANG, L.; PAN, Q. Identification and Characterization of a New Blast Resistance Gene Located on Rice Chr. 1 Through Linkage and Differential Analyses. **Phytopathology**. v. 94, n. 5, May 2004.

VARIAÇÃO NO TEOR DE ZINCO EM GRÃO POLIDO NA POPULAÇÃO RECORRENTE DE ARROZ BIOFORT 1

Péricles de Carvalho Ferreira Neves¹, José Almeida Pereira², Priscila Zaczuk Bassinello³, José Luiz Viana de Carvalho⁴, Ivã Matsushige⁵, Odilon Peixoto de Moraes Neto⁶

Palavras-Chave: Melhoramento populacional, arroz biofortificado.

INTRODUÇÃO

O zinco é cofator de mais de 300 enzimas e atua em diversas funções no organismo humano, sendo importante em atividades do sistema imunológico, no desenvolvimento sexual e cognitivo e na síntese de DNA. No Brasil, há prevalência de ingestão inadequada de Zn por 23,4% da população, sendo maior no meio rural do que no urbano, maior em homens do que em mulheres e maior na região Nordeste do país (Araújo, 2013). O arroz é alimento básico da população brasileira, sendo consumido em todo o país. A disponibilização de novas cultivares de arroz com teor elevado de Zn pode contribuir para incrementar a ingestão deste mineral, especialmente nas regiões mais carentes do país. O melhoramento populacional tem sido utilizado com eficiência em arroz, na concentração de alelos responsáveis por diversos caracteres de controle genético complexo (Rangel et al., 2005). O objetivo deste trabalho foi desenvolver a população de arroz Biofort 1 a partir de diversas variedades com teores elevados de Zn, como base para o melhoramento populacional destinado à criação novas cultivares.

MATERIAL E MÉTODOS

Vinte e uma variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) (Tabela 1), oriundas do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Arroz e Feijão, foram selecionadas por terem elevados teores de Zn quando comparadas com cultivares modernas em cultivo no Brasil. Esses genótipos foram inter cruzados manualmente por duas vezes em casa de vegetação, de modo a preservar todos os citoplasmas. Os 21 cruzamentos obtidos foram cultivadas no campo em 2010, e seis plantas foram selecionadas dentro de cada um deles, com base em características agrônômicas gerais. Grãos polidos das 126 plantas selecionadas foram analisados pela técnica de espectrometria de emissão atômica por plasma de argônio acoplado indutivamente por rádio-frequência (ICP-AES) (Kalra, 1998) para obtenção dos teores de Zn. Os teores variaram de 15,6 a 30,8 mg.Kg⁻¹. As análises foram realizadas em laboratório da Embrapa Solos. De cada uma dos 21 cruzamentos foram selecionadas as três plantas com maiores teores de Zn, e suas sementes foram plantadas em casa de vegetação. As 63 plantas foram inter cruzadas entre si, em dialelo parcial, considerando-se as plantas irmãs como unidade de cruzamento (novo genitor). 24 novos cruzamentos (duplos) foram obtidos e suas sementes plantadas em 2012, sendo selecionadas até 10 plantas por cruzamento duplo com base em características agrônômicas gerais. As plantas selecionadas originaram 229 famílias S₁, que foram avaliadas novamente em campo, em Blocos Aumentados de Federer, na safra 2013/2014. As variedades testemunhas foram

¹DSc, Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462 km 12 Zona Rural 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO, e-mail:pericles.neves@embrapa.br

²MSc, Embrapa Meio Norte

³DSc, Embrapa Arroz e Feijão

⁴MSc, Embrapa Agroindústria de Alimentos

⁵MSc, Embrapa Arroz e Feijão

⁶MSc (Doutorando), Universidade Federal de Goiás

BRS Sertaneja, Chorinho e Carolino. As parcelas consistiram de 4 linhas de 5 m, e densidade de semeadura de 70 sementes/m. A área útil consistiu das duas linhas centrais colhidas integralmente. Todos os cruzamentos foram realizados na Embrapa Arroz e Feijão, e os experimentos de campo foram conduzidos no sistema de terras altas, na Embrapa Meio Norte, em Teresina, PI. Os tratamentos foram avaliados para produtividade, altura de planta, ciclo vegetativo e teor de Zn total em grão polido. Na avaliação do teor de Zn utilizou-se a técnica de análise por espectrofotometria de absorção atômica por chama (Kalra, 1998), na Embrapa Arroz e Feijão. Avaliou-se também comprimento, largura e relação comprimento/largura dos grãos através de imagem, com o equipamento S21. As 41 melhores famílias foram selecionadas para recombinação, com início do terceiro ciclo de seleção recorrente.

Tabela 1. Variedades utilizadas para compor a população recorrente de arroz Biofort 1.

Variedades		
Cateto Seda	Zebu Ligeiro	Paranazinho Dourado
Chorinho	Ligeiro	Gojobinho
IAC 120	Pingo de Ouro	Fedearroz 50
Progresso	Agulhinha Branco	Palha Murcha
Vermelho Ligeiro	Sempre Verde	Colômbia 1
Chatão Branco	Ligeiro Curto	Miudo Branco
Catarina (Brejo)	Canastra	Braquiária

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos das testemunhas e famílias S_1 são apresentados na tabela 2. A população apresentou grande variabilidade para todas as características avaliadas, indicando que poderá ser utilizada para a seleção de cultivares superiores às testemunhas. Entre as famílias avaliadas, a maior produtividade foi de 6.166 Kg.ha⁻¹, superior à melhor testemunha, BRS Sertaneja, que produziu 4.179 Kg.ha⁻¹. A grande variação nos teores de Zn pode ser verificada na figura 1. A média da população, de 24,5 mg.Kg⁻¹, foi superior à da melhor testemunha, Chorinho, onde foi observado o teor de 21,9 mg.Kg⁻¹. O teor máximo de Zn foi de 35,3 mg.kg⁻¹, indicando que o uso da população Biofort 1 pode ser um método eficiente para o desenvolvimento de novas cultivares com maiores teores de Zn. Quando se consideram as famílias selecionadas, o teor médio de Zn foi de 27,1 mg.Kg⁻¹. Entretanto, outras características como altura de planta e largura de grão tendem a diferir das cultivares modernas como BRS Sertaneja. Para o sucesso do melhoramento, a população deverá sofrer forte seleção para redução de altura e também para ajuste das dimensões dos grãos, que estão predominantemente largos.

Tabela 2. Médias de produtividade, altura de planta, ciclo vegetativo e zinco total em grão polido de arroz, além de comprimento, largura e relação C/L dos grãos. Teresina, PI. Safra 2013/2014.

Genótipo	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Floração (dias após semeadura)	Altura de planta (cm)	Teor de Zn (mg.Kg ⁻¹)	Comprimento de grão (mm)	Largura de grão (mm)	C/L
BRS Sertaneja	4.179	71	114	19,9	7	2,1	3,4
Carolino	4.115	64	138	15,2	6,4	2,6	2,5
Chorinho	3.978	80	146	21,9	6,8	2,3	2,9
229 Famílias S ₁	600 a6.166	58 a 90	92 a 171	13,7 a 35,3	5,2 a 6,7	2,3 a 3,1	1,8 a 2,9
41 Famílias S ₁ selecionadas	1666 -6.166	60 a 90	117 a 167	22,3 a 35,3	5,2 a 6,7	2,3 a 3,1	1,8 a 2,9

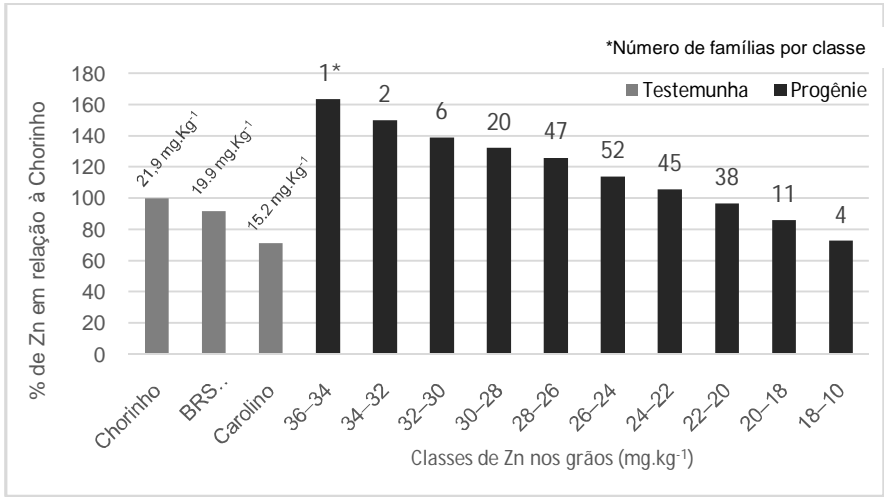


Figura 1. Variação no teor de Zn em grãos polidos de arroz na população Biofort 1. Média: 24,5 mg.Kg-1; DMS: 3,1 mg.Kg-1; CV% 7,2.

CONCLUSÕES

A população Biofort 1 aparenta ter grande variabilidade nas características gerais requeridas de uma boa cultivar, como produtividade, altura de planta, ciclo vegetativo e formato do grão, podendo ser utilizada no melhoramento populacional para a criação de novas cultivares. Em especial a população apresenta grande variabilidade para teores de Zn em grão polido, chegando ao valor máximo de 35,3 mg.Kg⁻¹. Atenção especial deverá ser adotada para a seleção de indivíduos de porte mais baixo e grãos mais finos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa HarvestPlus pelo apoio na realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, M. C.; BEZERRA, I. N.; BARBOSA, F. dos S. et al. Consumo de macronutrientes e ingestão inadequada de micronutrientes em adultos. **Rev Saúde Pública**, 47(1S): 177S-189S. 2013.

KALRA, Y. P. **Handbook of Reference Methods for Plant Analysis**. CRC Press /Taylor & Francis Group. ISBN-13: 978-1-57444-124-6. New York –USA.1998.

RANGEL, P. H. N.;CORDEIRO, A. C. C.; LOPES, S. I. G.; MORAIS, O. P.; BRONDANI, C.; BRONDANI, R. P. V.; YOKOYAMA, S.; BACHA, R.; ISHIY, T. Advances in population improvement of irrigated rice in Brazil.In: GUIMARÃES, E. P.**Population improvement: a way of exploiting the rice genetic resources of Latin America**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2005. p. 145-186.

SEÇÃO 2 - MANEJO DA CULTURA E DOS RECURSOS NATURAIS

ADUBAÇÃO DE COBERTURA COM UREIA E UREIA REVESTIDA EM FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO EM ARROZ DE TERRAS ALTAS

Amanda Ribeiro Peres¹; Ricardo Antonio Ferreira Rodrigues²; José Roberto Portugal¹, Orivaldo Arf², Donário Silva Teixeira³; Lucas Martins Garé³

Palavras-chave: adubação nitrogenada, revestimento com polímero, irrigação por aspersão.

INTRODUÇÃO

O sistema de produção de arroz de terras altas concentra-se principalmente na região do Cerrado e exerce papel fundamental ao complementar o abastecimento nacional. Além disso, constitui uma alternativa interessante em termos de sustentabilidade para os produtores rurais, podendo ser utilizado em rotação de culturas e em integração de sistemas (SANTIAGO; BRESEGHELLO; FERREIRA, 2013).

Assim como para a maioria das culturas, a adubação nitrogenada é fundamental na cultura do arroz por promover aumentos de produtividade e qualidade de grãos, além de apresentar muitas funções essenciais as plantas. Também proporciona aumentos no crescimento das plantas, no número de panículas e grãos por panícula (BARBOSA FILHO; FAGERIA, 2013).

O nitrogênio é um elemento que se perde facilmente por lixiviação, volatilização e desnitrificação no solo. Como decorrência disto, a eficiência de sua utilização pelas plantas é baixa, de 50% a 60% (KLUTHCOUSKI et al., 2006). Uma estratégia para aumentar a eficiência de utilização dos adubos nitrogenados é o revestimento com polímeros.

Os fertilizantes nitrogenados revestidos por polímeros permitem reduzir as perdas de N por meio de uma barreira física das formas solúveis, contra a exposição do nutriente para o meio, evitando-se, dessa forma, a atuação dos mecanismos de perdas (CIVARDI et al., 2011) e aumentando a eficiência dos mesmos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da adubação nitrogenada de cobertura com ureia e ureia revestida em função de doses de nitrogênio em arroz de terras altas cultivar IAC 202 sob irrigação por aspersão na região do cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na safra de 2013/14 em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS, situada aproximadamente a 51° 22' de longitude Oeste de Greenwich e 20° 22' de Latitude Sul, com altitude de 335 metros. O solo da área experimental de acordo com Santos et al. (2013) é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso. A precipitação pluvial média anual é de 1.330 mm, com temperatura média anual de aproximadamente 25 °C e umidade relativa do ar média anual de 66%.

Antes da instalação do experimento foi realizada análise de solo da área, sendo os valores apresentados na Tabela 1.

O preparo do solo foi realizado utilizando-se escarificador e duas gradagens para destorroamento e nivelamento do solo, sendo a última às vésperas da semeadura.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 10 tratamentos dispostos em esquema fatorial 2x5, com quatro repetições, para avaliar duas fontes de

¹ Doutoranda (o) em Sistemas de Produção, UNESP – Câmpus Ilha Solteira, – Ilha Solteira, Av. Brasil, 56 (Centro), Ilha Solteira – SP, amandaperes_agro@yahoo.com.br.

² Docente do Curso de Agronomia, UNESP.

³ Graduando em Agronomia, UNESP.

nitrogênio (ureia e ureia revestida com polímero) e cinco doses de nitrogênio (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹ de N) com a cultivar IAC 202.

Tabela 1 - Características químicas do solo da área experimental, avaliadas na camada de 0,0 a 0,20 m. Selvíria – MS, 2013/14.

P resina mg dm⁻³	M.O. g dm⁻³	pH CaCl₂	K ----- mmol_c dm⁻³	Ca ----- mmol_c dm⁻³	Mg ----- mmol_c dm⁻³	H+Al ----- mmol_c dm⁻³	Al ----- mmol_c dm⁻³	SB ----- mmol_c dm⁻³	CTC ----- mmol_c dm⁻³	V (%)
29	18	5,0	1,4	12	8	29	6	21,4	50,4	42

As parcelas foram constituídas por 5 linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento entrelinhas de 0,35m. A área útil foi constituída pelas três linhas centrais, desprezando-se 0,50 m em ambas as extremidades de cada linha.

A adubação química básica nos sulcos de semeadura foi calculada de acordo com as características químicas do solo, sendo aplicado 300 kg ha⁻¹ da fórmula 4-14-8 (11,82% de S).

A semeadura foi realizada mecanicamente no dia 21/11/2013, utilizando a quantidade de sementes necessária para se obter 180 plantas m⁻². As sementes foram tratadas com o inseticida fipronil na dose de 50 g i.a. para 100 kg de sementes. Logo após a semeadura, aplicou-se o herbicida pré-emergente pendimetalina (1.400 g i.a. ha⁻¹). Foi utilizada a cultivar IAC 202, que apresenta arquitetura moderna e porte relativamente baixo. A altura média é de 87 cm, sendo considerado de porte baixo e intermediário. O ciclo médio é de 87 dias e tem apresentado baixa incidência de manchas foliares (BASTOS, 2000).

A irrigação foi realizada de acordo com a necessidade da cultura, utilizando um sistema fixo de irrigação por aspersão com precipitação média de 3,3 mm hora⁻¹ nos aspersores. A quantidade de água irrigada foi calculada pelo método do Tanque Classe A, utilizando três coeficientes de cultura (Kc), distribuídos em quatro períodos compreendidos entre a emergência e a colheita. Para a fase vegetativa foi utilizado o valor de 0,4; para a fase reprodutiva dois coeficientes de cultura (Kc), o inicial de 0,70 e o final de 1,00 e para a fase de maturação estes valores foram invertidos, ou seja, o inicial de 1,00 e o final de 0,70, de acordo com Rodrigues, Soratto e Arf (2004).

O controle de plantas daninhas em pós-emergência ocorreu aos 10 dias após a emergência (DAE) com o herbicida metsulfurom-metílico (2,0 g ha⁻¹). As plantas não controladas pelos herbicidas foram controladas manualmente com enxadas.

A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada aos 40 dias após a emergência das plântulas na superfície do solo com as respectivas doses e fontes. Em relação as fontes que foram utilizadas, a ureia apresentava 46% de N e a ureia revestida com polímero (Kimcoat®) continha 43% de nitrogênio. Logo após adubação, a área foi irrigada de acordo com a necessidade (aproximadamente 10 mm). Realizou-se uma aplicação preventiva de fungicida trifloxistrobina (75 g i.a. ha⁻¹) + tebuconazol (150 g i.a. ha⁻¹) no pré-florescimento (68 DAE).

As seguintes avaliações foram realizadas: teor de nitrogênio foliar, altura de plantas, número de panículas por metro quadrado, número de grãos cheios por panícula, massa de cem grãos e produtividade. A massa de cem grãos e produtividade foram ajustados para 13% de umidade (base úmida).

Os dados foram avaliados por meio da análise de variância pelo teste F. Quando o valor de F foi significativo ao nível de 5 % de probabilidade, aplicou-se o teste de Tukey para as fontes de nitrogênio (ureia e ureia revestida) e análise de regressão para as doses.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência das plântulas ocorreu no dia 28/11/2013, aos 7 dias após a semeadura. O florescimento e colheita ocorreram aos 84 e 107 DAE, respectivamente.

Os resultados da interferência dos tratamentos sobre as características agronômicas e produtividade encontram-se na Tabela 2.

Para o teor de nitrogênio foliar verificou-se efeito significativo apenas para as doses de

nitrogênio aplicadas em cobertura, em que houve um aumento linear do teor com o aumento das doses de nitrogênio. Da mesma forma, Lopes et al. (2013) e Hernandez et al. (2010) ao avaliar a influência das fontes de nitrogênio (ureia, sulfonitrato de amônio com inibidor de nitrificação e sulfato de amônio) e doses de nitrogênio com a cultivar IAC 202, não verificaram diferenças significativas quanto as fontes e observaram efeito linear crescente no teor de nitrogênio foliar com o aumento das doses de N. Esse resultado ocorreu devido ao aumento da disponibilidade de N, suficiente para elevar a concentração do elemento no tecido vegetal (HERNANDES et al., 2010). De acordo com Cantarella, Raij e Camargo (1997) a faixa de teor adequado de nitrogênio em folhas de arroz situa-se entre 27 a 35 g kg⁻¹, portanto observa-se que na ausência de aplicação de nitrogênio o teor foi inferior ao teor adequado.

Tabela 2. Valores médios obtidos em arroz de terras altas cultivar IAC 202, irrigado por aspersão, em função de fontes de ureia e doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, Selvíria – MS (2013/14).

Tratamentos	N foliar (g kg ⁻¹)	Altura (cm)	Panículas m ⁻²	Grãos cheios panícula ⁻¹	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Fontes de ureia (F)						
Ureia	28,0	80,0 a	140,8	168,3	2,21	2.546
Ureia revestida	27,5	76,7 b	137,7	165,4	2,20	2.367
Doses de nitrogênio (kg ha⁻¹) (N)						
0	25,8 ²	75,0	153,9	151,4 ³	2,19	2.421
30	26,9	77,8	149,6	157,9	2,19	2.124
60	27,4	78,6	128,6	165,5	2,22	2.521
90	29,0	81,1	130,0	186,5	2,25	2.705
120	29,8	79,3	134,3	172,9	2,17	2.510
F	0,56	4,25*	0,13	0,18	0,25	1,34
F ¹	N	4,92**	1,61	3,16*	0,95	1,51
	F x N	0,21	0,46	1,45	0,49	2,14
CV (%)		6,29	6,40	19,43	13,02	3,85
						19,91

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. * e ** significativo à 5% e 1% pelo teste de Tukey. CV – coeficiente de variação.

¹Valores do teste F da análise de variância. $\hat{y} = 0,033x + 25,802$ R² = 0,98; $\hat{y} = 0,239x + 152,491$ R² = 0,70.

Na altura de plantas foi verificada diferença significativa apenas para as fontes de ureia, onde a maior altura foi resultante da aplicação da ureia convencional. A diferença de altura entre as plantas foi muito pequena (3,3 cm) o que biologicamente pode não ser relevante, já que não houve acamamento no campo e que a cultivar IAC 202 possui arquitetura moderna.

O número de panículas m⁻² não foi influenciado por nenhum dos fatores analisados. De maneira semelhante Rodrigues et al. (2015) não obtiveram interferência das doses de nitrogênio sobre o número de panículas.

Para número de grãos cheios por panícula, percebe-se efeito significativo das doses de nitrogênio, com ajuste a uma equação linear crescente. Diferentemente deste trabalho, Rodrigues et al. (2015) não relataram aumento no número de grãos cheios com o aumento das doses de nitrogênio.

A massa de 100 grãos e a produtividade não foram influenciadas pelas fontes e doses de nitrogênio. Os resultados obtidos por outros autores corroboram com os obtidos neste trabalho de que as doses de N não tiveram efeito sobre a produtividade, Cazetta et al. (2008) na safra 2002/03 e Rodrigues et al. (2015).

CONCLUSÃO

As doses de nitrogênio e as fontes de ureia (convencional e revestida) aplicadas em cobertura não influenciaram a produtividade de grãos de arroz de terras altas cultivar IAC 202 cultivado sob irrigação por aspersão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K. Calagem e adubação. In: SANTIAGO, C. M.; BRESEGHELLO, H. C. P.; FERREIRA, C. M. (Ed.) **Arroz: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 2013. p.37-73.

BASTOS, C. R. IAC 202: arroz de alta produtividade e qualidade para a cultura de sequeiro. **O Agrônomo**, Campinas, v. 52, n. 1, p. 24-25, 2000. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/agronomico/pdf/arroz.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2015.

CIVARDI, E. A. et al. Ureia de liberação lenta aplicada superficialmente e ureia comum incorporada ao solo no rendimento do milho. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 52-59, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-40632011000100012&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 mai. 2015.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações técnicas de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC/Fundação IAC, 1997. p.43-70.

CAZETTA, D. A. et al. Desempenho do arroz de terras altas com a aplicação de doses de nitrogênio e em sucessão às culturas de cobertura do solo em sistema de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.471-479, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v67n2/a23v67n2.pdf>>. Acesso: 20 mai. 2015.

HERNANDES, A. et al. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em cultivares de arroz. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 307-312, mar./abr. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542010000200006>. Acesso em: 20 mai. 2015.

KLUTHCOUSKI, J. et al. **Manejo antecipado do nitrogênio nas principais culturas anuais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 63 p.

LOPES, R. A. et al. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em arroz de terras altas cultivado em sistema de semeadura direta. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 4, p. 79 – 87, out.– dez. 2013. Disponível em: <>. Acesso em: 20 mai. 2015.

RODRIGUES, M. et al. Inoculação de sementes com Azospirillum brasilense e adubação nitrogenada em cultivares de arroz de terras altas irrigados por aspersão. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.21; p.1234-1241, 2015. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015b/agrarias/inoculacao%20de%20sementes.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2015.

RODRIGUES, R.A.F.; SORATTO, R.P.; ARF, O. Manejo de água em arroz de terras altas no sistema de plantio direto, usando o tanque classe A. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.546-556, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162004000300007&script=sci_arttext>. Acesso em: 04 abr. 2015.

SANTIAGO, C.M.; BRESEGHELLO, H.C.P.; FERREIRA, C.M. (Ed.) **Arroz: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 2013. 245 p.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

ADUBAÇÃO NITROGENADA E APLICAÇÃO DE FUNGICIDA NA PRODUTIVIDADE DE HÍBRIDOS DE ARROZ

Adriana Modolon Duarte¹; Vanderson Modolon Duarte²; Eyandro Parisotto³; Bruno Budel⁴; Fernando José Garbuio⁵

Palavras-chave: *Pyricularia grisea*, Titan CL, Inov CL, Avaxi CL.

INTRODUÇÃO

O estado de Santa Catarina se destaca pela produção de arroz irrigado, com área cultivada em torno 150 mil hectares e produtividade média acima de 7.000 kg ha⁻¹ (SOSBAI, 2014). Apesar da alta produtividade do arroz irrigado em SC, muitos são os fatores que podem influenciar no rendimento desta cultura, tais como: condições meteorológicas, cultivares, manejo do solo, adubação, pragas e doenças. Entre estes fatores, a brusone (*Pyricularia grisea*) se destaca como principal doença fúngica que causa danos a cultura. Segundo Prabhu et al. (1989), a cada 1% de severidade nas folhas e panículas, as perdas de produtividade variaram de 2,7 a 1,5%, em cultivares de ciclo precoce e tardio, respectivamente. Em anos em que as condições climáticas são favoráveis ao desenvolvimento da doença, podem ocorrer perdas de até 100% na produção (SOSBAI, 2014).

Diante do manejo integrado de doenças, a utilização de cultivares resistentes, manejo cultural e químico são as principais alternativas para controle desta doença. A utilização de cultivares resistente é a forma mais eficiente, econômica e ambientalmente sustentável para amenização do problema. Desde 2003, há no mercado brasileiro a opção de híbridos de arroz, que se apresentam como alternativa aos produtores, por possuírem elevada produtividade e alta resistência a doenças. Além disso, o manejo da adubação nitrogenada também é importante fator no controle da brusone. O aumento de doses de nitrogênio (N) pode proporcionar maior severidade desta doença (NETO et al., 2014), portanto, a adubação equilibrada é de extrema importância na condução da cultura.

A utilização de cultivares resistente e o manejo cultural, também são associados ao controle químico da doença. Todavia, a utilização do manejo integrado de doenças é a melhor forma para alcançar resultados mais satisfatórios. Segundo Neto et. al (2014), o número de aplicações de fungicida, quando manejada em conjunto com a dose de N, proporcionou melhores resultados na produtividade da cultura do arroz.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência de doses de N e a frequência de aplicações de fungicida sobre a produtividade de três cultivares híbridas de arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na área experimental de arroz irrigado do Instituto Federal Catarinense - Câmpus Santa Rosa do Sul/ SC, na safra 2014/2015. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso e parcelas subdivididas com três repetições. Cada subsubparcela possuía área de 6,13 m².

A semeadura do arroz foi realizada, nas parcelas, no dia 1 de novembro de 2014, utilizando-se três cultivares híbridas de arroz: Inov CL, Avaxi CL e Titan CL, com densidade de semeadura de 45 kg ha⁻¹ e espaçamento entre linhas de 0,175 m. A adubação de base foi de 415 kg ha⁻¹ da fórmula comercial 09-23-29. No estágio V4 de desenvolvimento da

¹Acadêmica de Engenharia Agrônômica, IFC - Câmpus Santa Rosa do Sul, Rua das Rosas, SN, Vila Nova - Santa Rosa do Sul/SC, Caixa Postal 04, CEP: 88965-000, driamd@hotmail.com.

²Acadêmico de Engenharia Agrônômica, IFC - Câmpus Santa Rosa do Sul.

³Engenheiro agrônomo, Desenvolvimento de produtos RiceTec sementes Ltda.

⁴Técnico agrícola, Desenvolvimento de produtos RiceTec sementes Ltda.

⁵Professor doutor, IFC - Câmpus Santa Rosa do Sul

planta de arroz (colar formado na quarta folha do colmo principal), realizou-se a primeira adubação de cobertura em todas as parcelas, na dose 90 kg ha^{-1} de N na forma de ureia.

Quando as plantas atingiram o estágio V9 (colar formado na nona folha do colmo principal), foram aplicados nas subparcelas os tratamentos de N em cobertura, nas doses de: 0, 200 e 400 kg ha^{-1} de N na forma de ureia. Em seguida as subparcelas foram subdivididas para aplicação dos tratamentos de fungicida. As frequências de aplicação foram: 0, 1, 2 e 3 aplicações. A primeira aplicação ocorreu quando a cultura se encontrava no estágio V9, a segunda no estágio R2 (elongação da panícula) e a terceira no estágio R4 de desenvolvimento (Antese). Todas as aplicações foram realizadas com os fungicidas: Benzotiazol (Bim[®], 300 g ha^{-1}) e Triazol (Alterne[®], $0,75 \text{ l ha}^{-1}$). As aplicações de fungicida foram realizadas com máquina manual costal.

A colheita foi realizada no dia 18 de março de 2015, de forma mecanizada com a máquina WINTERSTEIGER CLASSIC[®]. Os resultados foram submetidos à análise de variância no modelo de parcelas subsubdivididas. Havendo interação significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos realizou-se o desdobramento e o Teste de Tukey ($p < 0,05$), no programa estatístico Sisvar[®] (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os híbridos Titan CL e Avaxi CL não aumentaram a produtividade em função da adubação nitrogenada, porém o Inov CL aumentou a produtividade quando foram aplicadas as doses de 200 e 400 kg ha^{-1} de N (Figura 1A). Comparando os materiais híbridos, dentro de cada dose de N aplicada, a cultivar Titan CL foi a que apresentou melhor produtividade (Figura 1 B). Estes resultados demonstram a interação significativa entre cultivar de arroz e adubação nitrogenada.

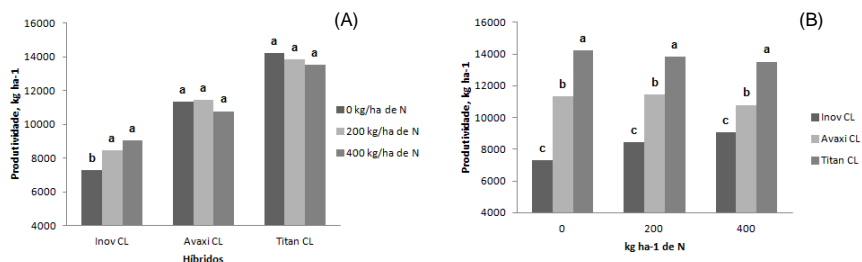


Figura 1. Produtividade de híbridos de arroz, Inov CL, Avaxi CL e Titan CL, em função da aplicação de doses N em cobertura. *Letras iguais dentro do mesmo tratamento não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Houve interação significativa entre doses de nitrogênio e a frequência de aplicação de fungicida. Observa-se que na testemunha de aplicação do fungicida, a maior dose de nitrogênio apresentou menor valor de produtividade (Figura 2). Porém, nas outras doses de nitrogênio o efeito da aplicação de fungicida não seguiu a mesma tendência. Outros fatores podem ter influenciado neste resultado.

O aumento da dose de N aplicada pode aumentar a incidência e severidade de brusone, reduzindo a produtividade (FARIA, et al., 1982). Porém, neste estudo não foi observado claramente este efeito. Na safra 2014/15 apresentou altos índices pluviométricos com altas temperaturas. Estes fatores foram fundamentais para alta pressão de doenças, principalmente fúngicas, na cultura. Tanto a severidade, quanto a incidência de brusone não foram avaliadas neste estudo, porém altos índices de infestação foram observados, por meio de visualização dos sintomas da brusone em todo o experimento.

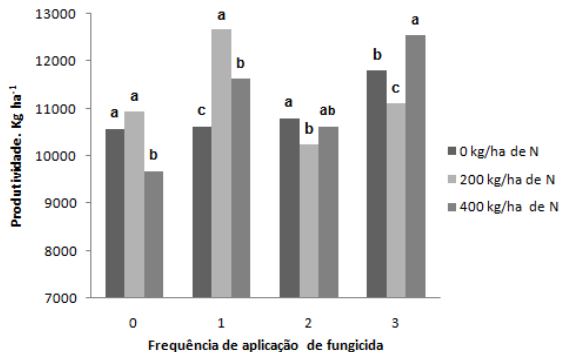


Figura 2. Produtividade de arroz, em função da frequência da aplicação de fungicida e da adubação nitrogenada em cobertura. *Letras iguais dentro do mesmo tratamento não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A aplicação de fungicida foi eficiente em não reduzir a produtividade de arroz, independentemente do material híbrido e da dose de nitrogênio aplicada. A produtividade de arroz foi de 10.400, 11.645, 11.157 e 11.822 kg ha⁻¹ para 0, 1, 2 e 3 aplicações de fungicida, respectivamente. Porém, não houve diferença entre 1, 2 e 3 aplicações de fungicida.

CONCLUSÃO

Os materiais híbridos apresentaram produtividades diferentes, sendo que o Titan CL foi o material mais produtivo.

A adubação nitrogenada foi eficiente em aumentar a produtividade apenas para o híbrido Inov CL.

A aplicação de fungicida foi eficiente em não reduzir a produtividade de arroz, independentemente do número de aplicações.

AGRADECIMENTOS

À empresa RiceTec pelo apoio e suporte no desenvolvimento do estudo e ao Instituto Federal Catarinense - Câmpus Santa Rosa do Sul pela disponibilização da área experimental.

REFERÊNCIAS

- FARIA, J. C. de; PRABHU, A. S.; ZIMMERMANN, F. J. P. Efeito de fertilização nitrogenada e pulverização com fungicida sobre a brusone e produtividade do arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 6, p. 847-852, jun. 1982.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- NETO, J. R., et al. Qualidade e produção de arroz em função da aplicação de fungicidas e adubação nitrogenada. In: SIMPÓSIO DE INTEGRAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

DO SUL CATARINENSE, 2., 2014, Sombrio. **Anais...** Disponível em: <http://www.criciuma.ifsc.edu.br/sict-sul/images/ANAIS_SICTSUL2014.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2015.

SOSBAI – Sociedade Sul Brasileira de Arroz Irrigado. Arroz Irrigado: **Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. XXX Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado. Santa Maria, 2014. 192 p., Il.

AEGRO: UMA FERRAMENTA DE GERENCIAMENTO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ARROZ

Pedro Martins Dusso¹; Francisco Gerdau de Borja²; Paulo Vitor Silvestrin³; Thomas da Silva Rodrigues⁴; Leonardo Hax Damiani⁵

Palavras-chave: ferramenta de gerenciamento, registro eletrônico, Projeto 10, arroz.

INTRODUÇÃO

O Projeto 10 (MENEZES 2012) surgiu da constatação de que havia grande diferença entre o potencial produtivo e a produção efetiva nas lavouras de arroz do estado do Rio Grande do Sul no início dos anos 2000. A produtividade média da lavoura de arroz do RS na safra 2010/2011 foi de 7,7 t/ha, 40% superior a produtividade da safra de referência do Projeto 10 (1999/00). O sucesso do Projeto 10 em diferentes regiões arrozeiras do RS é evidente e comprovado. Entretanto, para realizar o gerenciamento do sistema de produção de arroz, as práticas agrônômicas devem ser executadas com precisão, no momento certo e como planejadas. A falta de informações históricas precisas e relevantes para realizar o planejamento, a realização e controle operacional das safras impacta de forma negativa a produtividade. O Projeto 10 evidencia isso salientando a importância dos registros dos eventos da lavoura:

Na área da agricultura não se tem o hábito de fazer registros das atividades e das incidências que ocorrem durante a safra. Confiar apenas na memória é um erro grave para aqueles que desejam implantar uma agricultura empresarial. Os acontecimentos que ocorrem no início da safra, muitas vezes já não são mais lembradas na colheita.

Hoje a forma de lidar com dados agrários é, em grande parte, baseado em papel e lápis ou software legado (antigos e de difícil acesso) e ferramentas genéricas (planilhas eletrônicas) que nunca foram realmente concebidas para o trabalho. A dificuldade imposta por essas ferramentas para entrada de dados, obtenção de informações de safras passadas e geração de relatórios é um problema para agrônomos e técnicos agrícolas que planejam e controlam a execução das safras.

Depender apenas do conhecimento e da memória dos funcionários sobre a própria lavoura é um problema também para os grandes produtores. Propriedades grandes exigem do produtor grande habilidade no manejo produtivo e gestão de recursos humanos. Além disso, quando algum funcionário se ausenta da propriedade, acaba levando consigo grande parte do conhecimento histórico das lavouras daquela propriedade. Para resolver este problema estamos propondo neste trabalho uma ferramenta simples e integrada para gestão pro processo produtivo do arroz baseado na metodologia descrita no Projeto 10.

¹Mestre em ciência da computação, Aegro - Colhendo Conhecimento, Av. Bento Gonçalves nº 9500, UFRGS Prédio 43424/Sala 104 Bairro Agronomia - CEP 91501-970 Porto Alegre/RS - Brasil, contato@aegro.com.br.

²Bacharel em ciência da computação, Aegro - Colhendo Conhecimento.

³Bacharel em ciência da computação, Aegro - Colhendo Conhecimento.

⁴Bacharel em ciência da computação, Aegro - Colhendo Conhecimento.

⁵Bacharel em ciência da computação, Aegro - Colhendo Conhecimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho apresentamos a Aegro, uma ferramenta de gerenciamento do sistema de produção de arroz. Concebida como um software para lidar com a coleta, o armazenamento e a análise de dados agrários, a Aegro segmenta o cenário da orizicultura em diferentes atores para resolver os problemas de cada um deles no cumprimento de suas tarefas.

Com o foco inicialmente nos *agrônomos*, identificamos tarefas básicas que eles realizam com frequência como: planejamento e acompanhamento das atividades durante a safra, análise de histórico, relatórios de compras de insumos e de custos. Uma vez que as tarefas do agrônomo foram mapeadas em *casos de uso* (termo em ciência da computação que descreve uma unidade funcional coerente provida pelo sistema), analisamos as necessidades dos *pequenos e grandes produtores*. Tarefas como controle de atividades, compra e venda de insumos, controle de funcionários, gerenciamento e manutenção de máquinas, orçamento e controle de custos, secagem, armazenagem e transporte também foram mapeadas em casos de uso. É interessante ressaltar que muitas vezes o pequeno produtor não tem acesso aos serviços de um agrônomo e, dessa forma, acumula as tarefas de ambos os atores.

Uma vez que as tarefas dos principais atores do sistema de produção de arroz foram mapeadas em casos de uso, nós tratamos de classificar os casos de uso em quatro grandes grupos: *gestão produtiva* (planejamento safra, análise de histórico, etc.), *gestão financeira* (orçamento, controle de custos), *gestão comercial* (secagem, armazenagem, logística) e *gestão de infraestrutura* (controle de máquinas, bombas de irrigação, estradas, etc.). Inicialmente, o foco do desenvolvimento é a gestão produtiva, integrando o máximo de estratégias de manejo para possibilitar o planejamento e o controle de uma safra desde a adequação do solo, passando pela época de semeadura, nutrição de plantas, manejo de água e o combate a doenças, plantas daninhas e insetos. Entretanto, algumas funcionalidades de controle financeiro estão sendo adicionadas em casos de uso pontuais, apenas para o controle global dos custos da safra.

Do ponto de vista computacional, a Aegro se classifica como um *Software as a Service*, ou seja, uma aplicação de software que reside na Internet. Isso provê diversas vantagens interessantes para o público no qual a Aegro vem sendo desenvolvida - agrônomos e produtores rurais. Por estar localizada na Internet, a Aegro é acessível de qualquer lugar e em qualquer tipo de dispositivo: computadores, *tablets* e *smartphones*. Mesmo quando não há Internet disponível (por queda de postes ou falta de sinal), a entrada de dados permanece inalterada, pois uma vez que o dispositivo esteja reconectado os dados serão sincronizados. Ao armazenar os dados de produção na Aegro, o produtor e o agrônomo não precisam se preocupar em realizar cópias de segurança, muitas vezes difíceis e trabalhosas de serem realizadas. Seus dados estarão armazenados na sua conta pessoal, protegidos pelo estado da arte da segurança digital.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção apresentamos algumas figuras ilustrando a ferramenta, que hoje encontra-se em estágio de validação e testes. Na Figura 1, apresentamos a tela da propriedade de um produtor. Informações gerais a respeito das safras, das lavouras e da própria propriedade estão centralizadas aqui, fornecendo uma visão global da situação atual da propriedade.

Aegro
Produtor > João da Silva

Safras

Nome	Data de Início	Data de Fim	Número de áreas
Safra2015/15	01/10/2015	31/10/2015	2
Safra2014/2015	01/04/2014	30/03/2015	4

Fazenda Três Marias
Número de Áreas: 5 | Área Total: 492,89 ha

Áreas

Nome	Área (ha)	Observações
Area2	495,09ha	
Area2	25,25ha	
Area4	14,67ha	
Area5	20,13ha	
Area7	35,89ha	Gratuito

Figura 1: tela da propriedade, mostrando a lista de safras disponíveis e a lista de todas as lavouras do produtor.

Quando o agrônomo acessa uma safra específica, ele tem acesso a tela de safra, apresentada na Figura 2. Também com o objetivo de fornecer uma visão global, a tela de safra apresenta todas as lavouras que fazem parte daquela safra. As lavouras são apresentadas em cartões expansíveis. Ao expandir um cartão, o agrônomo tem acesso a todas as atividades planejadas e realizadas daquela lavoura, bem como qual o *status* daquela atividade: em período de realização, atrasada, criticamente atrasada, concluída, concluída com atraso, entre outros. Caso seja necessário obter informações específicas de uma lavoura, o agrônomo pode acessar a tela de detalhes de lavoura, apresentada na Figura 3.

Aegro
Produtor > João da Silva > Safra2014/2015

Safra2014/2015

Nome	Área (ha)	Situação	Cultivar
Area1	36,89ha	Pastagem	IRGA424

Area1 36,89ha Pastagem IRGA424

Preparo do solo e Enxameação: [Progress bar]

Defensivos: 15.332,95

Semeadura: [Progress bar]

Adubação de Base: N-14 K-42 P-83 1.205,20kg

Adubação de Cobertura: Fertilizante1 1.681,58kg

Aplicação de Defensivo: Defensivos 15.332,95

Irrigação: Início Gêndio 23

Colheita: Brute 300R Unidade 12% Impensado 12%

93,16% da safra já foi concluída nessa área (5 atividades realizadas de um total de 9 atividades)

Area2 456,00ha Resteva IRGA424

Preparo do solo e Enxameação: [Progress bar]

Defensivos: [Progress bar]

Semeadura: [Progress bar]

Adubação de Base: [Progress bar]

Adubação de Cobertura: [Progress bar]

Aplicação de Defensivo: [Progress bar]

Irrigação: [Progress bar]

Colheita: [Progress bar]

93,16% da safra já foi concluída nessa área (5 atividades realizadas de um total de 9 atividades)

Area3 26,25ha Pastagem IRGA417

Area4 14,67ha Resteva IRGA417

Resumo Safra2014/2015
Número de Áreas: 4 | Área Total: 492,89 ha
5 / 9 Atividades realizadas
R\$ 24.214,60 Custo Pastagem
R\$ 36.577,43 Custo Resteva

Figura 2: a tela de safra, mostrando a lista de propriedades que fazem parte da safra atual e suas respectivas atividades.

A tela de detalhes de lavoura apresenta detalhes específicos daquela área para o

agrônomo. Informações gerais com os últimos fertilizantes, defensivos e cultivares fornecem ao agrônomo uma visualização rápida do histórico daquela lavoura. Uma lista de atividades, similar a encontrada na tela de safra mas com mais detalhes, e uma lista de observações (como incidência de pragas, estádios de desenvolvimento, análise de solo, entre outras) informam o agrônomo de todas os eventos relevantes para um manejo informado. Cartões adicionais com mapa, meteorologia e calendário completam a tela.

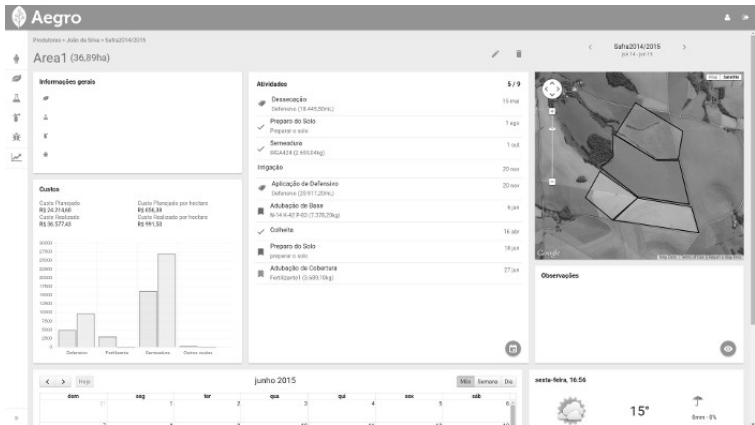


Figura 3: a tela de detalhes de lavoura, apresentando informações específicas daquela área.

CONCLUSÃO

O Projeto 10 é uma metodologia comprovada de aumento de produtividade da cultura do arroz irrigado. O objetivo da ferramenta proposta neste trabalho, Aegro, é facilitar e difundir ainda mais a aplicação desta metodologia provendo informações históricas precisas, organizadas e relevantes no planejamento das safras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MENEZES, V. G., et al. Projeto 10 - Estratégias de manejo para aumento da produtividade e da sustentabilidade da lavoura de arroz irrigado do RS: Avanços e novos desafios. IRGA. Porto Alegre, RS (Brasil). 2012.

AMÔNIO, NITRATO E FÓSFORO NA SOLUÇÃO DE SOLO CULTIVADO COM ARROZ IRRIGADO EM SUCESSÃO AO AZEVÉM SOB PASTEJO

Filipe Selau Carlos¹; Francisco Alexandre de Moraes²; Rodrigo Schmitt Fernandes³; Tiago Viegas Cereza⁴; Flávio Anastácio de Oliveira Camargo⁵

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., nutrientes, integração lavoura pecuária..

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o custo da lavoura de arroz tem aumentado drasticamente reduzindo a margem de lucro dos produtores de arroz. Nesse contexto, é necessário o aumento da eficiência de uso da terra, da infra-estrutura e da mão-de-obra para manter a atividade orizícola viável economicamente. Nesse cenário, a integração lavoura pecuária (ILP) é uma alternativa de aumento da rentabilidade por unidade de área. Desde a introdução do arroz no estado, início do século XX, a pecuária esteve aliada a lavoura de arroz em muitos estabelecimentos rurais. Porém, o manejo adotado nesses sistemas pecuários foi, na maioria das vezes, de baixo investimento, manejo inadequado e de baixa eficiência produtiva. Assim, na última década a ILP ressurgiu com um manejo mais tecnificado, especialmente, em um cenário no qual necessitamos dobrar a produção de alimentos nas próximas 4 décadas e as fronteiras agrícolas estão cada vez mais escassas.

A inserção do animal no sistema estimula inúmeras melhorias no sistema solo-planta-animal (ANGHINONI et al., 2013). Uma das premissas para o sucesso da ILP é a adoção do plantio direto, prática conservacionista que possibilita o aumento do estoque de carbono orgânico no solo (ANGHINONI et al., 2013). Sob esse sistema de cultivo do solo e uma pastagem manejada com adequados níveis de fertilizantes e de ajuste da altura de pastejo, a ILP tem se mostrado uma estratégia muito eficiente na produção de alimentos (grãos e carne) com melhorias nas propriedades do solo (ANGHINONI et al., 2013).

Os animais em pastejo funcionam como catalisadores da ciclagem de nutrientes (CARVALHO et al., 2011). Essa maior ciclagem de nutrientes pode ocorrer principalmente pela ação enzimática da biota ruminal sobre a biomassa vegetal ingerida liberando parte dos nutrientes para o metabolismo dos ruminantes e outra parte prontamente disponível sendo liberada para o solo na forma de esterco e urina. Em solos sob ILP a disponibilidade de nutrientes aumenta também devido à maior produção de biomassa vegetal das forrageiras pastejadas. O pastejo estimula a quebra da dominância apical das *Poaceae* (gramíneas) e estimula o rebrote com maior produção de biomassa tanto da parte aérea quanto do sistema radicular, contribuindo para o aumento da adição de carbono ao solo comparado a sistemas conduzidos com coberturas de solo sem pastejo.

Em solos de terras altas, tem-se observado em ILP aumenta a labilidade e os estoques de carbono orgânico (ASSMANN et al., 2014), aumenta as formas de P orgânico disponíveis para a nutrição vegetal (COSTA et al., 2014) e aumenta a ciclagem do K (CARVALHO et al., 2011).

Considerando que 60-65% dos solos de terras baixas do Rio Grande do Sul são sedimentares de textura arenosa a franca e de baixa fertilidade natural (STRECK et al., 2008), as estratégias de ILP quando bem executadas são ferramentas que possibilitarão, sob plantio direto, aumentar a ciclagem e a disponibilidade de nutrientes no solo.

¹ Engº Agrônomo, Instituto Rio Grandense do Arroz, Rua Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494, CEP 94930-030, Cachoeirinha, RS. filipe-carlos@irga.rs.gov.br

² Engº Agrônomo, M.Sc. Instituto Rio Grandense do Arroz

³ Estudante de Agronomia-UFRGS.

⁴ Tec. Agr., Instituto Rio Grandense do Arroz.

⁵ Engº Agrônomo, Dr. Prof. Titular do Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS.

Assim, esse trabalho tem o objetivo de avaliar os teores de amônio, nitrato e fósforo na solução do solo cultivado com arroz irrigado em sucessão ao azevém sob pastejo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi iniciado em 2013 e fica localizado na fazenda Corticeiras no município de Cristal-RS. O solo é classificado como Planossolo Háplico Eutrófico típico com relevo suave ondulado. A área experimental possui 18 ha, onde esteve em pousio por 3 anos antes da implantação do protocolo experimental.

A área foi preparada previamente para a instalação do experimento com uma operação de arado e duas com grade niveladora. Entre as operações de gradagem foi aplicado calcário com o objetivo de atingir pH do solo de 6,0.

Os tratamentos utilizados neste protocolo experimental consistem em três sistemas organizados em um delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições.

Os tratamentos consistem em três sistemas:

T1 - Sistema 1: Arroz – soca – arroz;

T2 - Sistema 2 : Arroz – azevém pastejado – arroz;

T3 - Sistema 3: Arroz – azevém pastejado – soja– azevém pastejado – arroz.

Foram instalados 6 coletores de solução do solo por unidade experimental (potreiro), distribuídos aleatoriamente na profundidade de 10 cm. Os coletores consistiram de tubos de vidro de 5 mm de diâmetro conectados a tubos coletores de PVC de 20 mm de diâmetro e 50 mm de comprimento, recobertos nas extremidades com tela de náilon. Pela extremidade superior da mangueira, extraíram-se 30 mL de solução, utilizando-se uma seringa de 10 mL. As coletas de solução do solo foram realizadas a partir do primeiro dia após o alagamento (DAA), até 63 DAA, com intervalo de sete dias entre as coletas, e de 15 dias nas últimas duas coletas. Depois de coletadas as amostras eram encaminhadas imediatamente para o laboratório onde eram acidificadas com três gotas de HCl 5 %, filtradas e os teores de NH_4^+ e NO_3^- determinados conforme método de destilação Kjeldahl. Os teores de P também foram determinados conforme descrito em Tedesco et al. (1995). Os teores de P foram avaliados somente nas três primeiras coletas (1, 7 e 14 DAA).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e quando se obteve diferença significativa ($p < 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de amônio e nitrato são apresentados na figura 1 (A e B). Observa-se que houve um aumento significativo de amônio na solução do solo em sucessão ao azevém pastejado. Os teores de fósforo também aumentaram nos tratamentos onde o arroz foi cultivado ao azevém sob pastejo (Figura 2). Esse efeito pode ser atribuído a inúmeros benefícios que a pastagem pode trazer, principalmente no período hibernal. No Rio Grande do Sul, grande parte dos solos são arenosos de baixa CTC. Com a cobertura vegetal, as plantas absorvem parte dos nutrientes liberadas pela cultura anterior cultivada na mesma área, seja soja ou arroz, e reduzem-se as perdas de nutrientes nesses solos de baixa reatividade. Além da importância do azevém na absorção e ciclagem de nutrientes, boa parte da adubação feita na pastagem no inverno recicla pela planta e retorna para o solo na forma de resíduo vegetal. Resultados indicam que cerca de 50 % dos nutrientes adicionados para obtenção de adequados rendimentos de pastagens retornam para o solo (CARVALHO et al., 2011). O pastejo provoca alterações no desenvolvimento das plantas e estimula maior produção de biomassa vegetal das forrageiras que também pode estimular a maior ciclagem de nutrientes (CARVALHO et al., 2011). A deposição dos dejetos animais nas formas orgânicas como o esterco e a urina é outra forma que estimula a ciclagem de nutrientes no solo com a inserção de pecuária no sistema.

Na figura 1A pode se observar que os teores de NH_4^+ são superiores nas duas

semanas iniciais de alagamento em comparação as demais coletas. Os teores de NO_3^- tiveram comportamento semelhante ao do NH_4^+ com teores superiores na primeira coleta, contudo não houve diferença entre os tratamentos (Figura 1B). Os maiores teores iniciais de N na forma mineral tem grande relação com a maior quantidade de N (66 %) que é aplicada no estágio V3-V4 na cultura do arroz com posterior estabelecimento da lâmina de irrigação.

Os teores de nitrato são menores que os de amônio e diminuem rapidamente na solução do solo por serem um dos eletroaceptores preferenciais da microbiota do solo em condições de alagamento. Por esse motivo o amônio é a forma predominante de N na solução do solo sob alagamento (PONNAMPERUMA, 1972).

Com relação ao efeito da soja no tratamento 3, não se observou efeito do cultivo dessa leguminosa na safra 2013/14 nos teores de N mineral e P na solução do solo cultivado com arroz irrigado em sucessão.

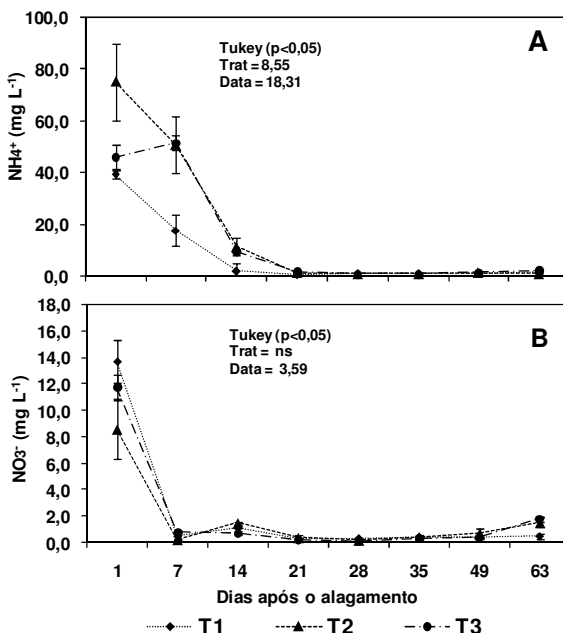


Figura 1 – Teores de NH_4^+ (A) e NO_3^- na solução do solo nos três tratamentos até 63 dias após o alagamento. T1 - arroz contínuo em pousio no inverno sem pecuária. T2 – arroz contínuo com azevém no inverno sob pastejo. T3 – rotação de arroz e soja no verão com azevém no inverno sob pastejo. Barras verticais indicam o desvio padrão. Teste Tukey ($p < 0,05$).

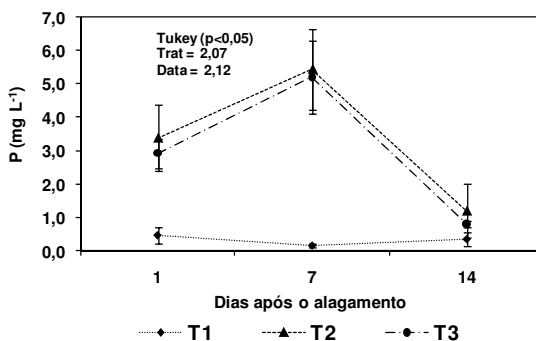


Figura 2 – Teores de P na solução do solo nos três tratamentos até 14 dias após o alagamento. T1- arroz contínuo em pousio no inverno sem pecuária. T2 – arroz contínuo com azevém no inverno sob pastejo. T3 – rotação de arroz e soja no verão com azevém no inverno sob pastejo. Barras verticais indicam o desvio padrão. Teste Tukey ($p < 0,05$).

CONCLUSÃO

O azevém sob pastejo aumenta os teores de amônio e fósforo da solução do solo cultivado com arroz irrigado em sucessão e não altera os teores de NO_3^- . O cultivo de soja no ano anterior não modifica os teores de amônio, nitrato e fósforo na solução do solo cultivado com arroz irrigado em rotação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. C. **Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropico brasileiro**. In: ARAUJO, A.P. & ALVES, B.J.R. (Eds.). Tópicos em ciência do solo. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. v.8. p.325-380.

ASSMANN, J.M. et al. Soil carbon and nitrogen stocks and fractions in a long-term integrated crop-livestock system under no-tillage in southern Brazil. **Agricultural, Ecosystem and Environmental**, v.190, p.52–59, 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880913004246>>. Acesso em: 18 mai. 2015.

CARVALHO, P. C. F. et al. **Integração Soja-Bovinos de Corte no Sul do Brasil**. Boletim Técnico, Porto Alegre, 2011. 60p.

COSTA, S.E.V.G.A.; SOUZA, E.D.; ANGHINONI, I. Impact of an integrated no-till crop-livestock system on phosphorus distribution, availability and stock. **Agricultural Ecosystem Environmental**, v.190, p.43–51, 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880913004210>>. Acesso em: 15 mai. 2015.

PONNAMPERUMA, F. N. The chemistry of submerged soils. **Advances in Agronomy**, New York, v.24, p.29-96, 1972.

APLICAÇÃO DE MACRO E MICRONUTRIENTES VIA FOLIAR NO HÍBRIDO INOV CL[®] DE ARROZ IRRIGADO

Adriana Modolon Duarte¹; Vanderson Modolon Duarte²; Celso da Silva Pereira Junior³; Fernando José Garbuio⁴; Naracelis Poletto⁵

Palavras-chave: cálcio, magnésio, boro, componentes de rendimento, qualidade de grão.

INTRODUÇÃO

O cultivo de arroz em Santa Catarina é realizado, predominantemente, no sistema pré-germinado, e a inundação do solo ocorre dias antes do plantio. Embora a inundação do solo ocasione melhoria na sua fertilidade, os solos catarinenses, em sua maioria, são de baixa fertilidade, e a adubação é indispensável para atingir produtividades que viabilizem economicamente a cultura (GATIBONI et al., 2014).

O fato de a inundação promover efeito semelhante ao da calagem (aumento do pH do solo) induz muitos produtores a pensar que a prática da calagem é desnecessária para a cultura do arroz irrigado. Este pensamento é comum entre os produtores do Sul de Santa Catarina e a falta de calagem em áreas orizícolas, pode estar relacionada à estabilização e até redução da produtividade, principalmente pelo baixo teor de cálcio (Ca) e de magnésio (Mg) no solo.

Em situações em que a calagem não foi realizada e a lavoura já está implantada, a adubação foliar pode ser uma alternativa para incrementar a produtividade quando aplicada em estádios do desenvolvimento da planta que beneficiem os componentes do rendimento de grãos.

Os trabalhos com adubação foliar na cultura do arroz irrigado, em solos de várzea são escassos e os resultados contraditórios. Essas divergências estão atribuídas à classe do solo, às diferenças climáticas de local para local, entre anos de avaliação, e ainda a diferença de produtividade entre as cultivares, sendo assim mais estudos que abordem a fertilização foliar do arroz irrigado é necessário, especialmente na região sul de Santa Catarina onde a cultura do arroz é uma das principais fontes de renda de pequenos e médios produtores.

O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência do uso de adubação foliar com macro e micronutrientes sobre os componentes do rendimento, rendimento final de grãos e qualidade de grãos da variedade híbrida Inov CL[®] de arroz irrigado cultivado em solo com baixos teores de Ca e Mg.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental do Instituto Federal Catarinense - Câmpus Santa Rosa do Sul, na safra 2013/14. A coleta de solo foi realizada, aproximadamente, quatro meses antes da semeadura da cultura, na camada de 0-20 cm de profundidade.

A análise química seguiu a metodologia descrita em Tedesco et al. (1995). O resultado da análise química mostrou valores de: pH (CaCl₂) = 3,9; H + Al = 7,2 cmolc dm⁻³; Al = 1,47 cmolc dm⁻³; Ca = 0,85 cmolc dm⁻³; Mg = 0,57 cmolc dm⁻³; K = 0,10 cmolc dm⁻³; P = 13,7 mg dm⁻³; CTC (pH 7) = 8,7 mg dm⁻³; M.O. = 3,3% e V% = 17,4%. A análise granulométrica foi feita de acordo com a metodologia da EMBRAPA (1997) e mostrou valores de: 425, 245 e 330 g kg⁻¹, respectivamente de areia, silte e argila.

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com quatro repetições. As

¹Acadêmica de Engenharia Agrônoma, IFC - Câmpus Santa Rosa do Sul, Rua das Rosas, SN, Vila Nova - Santa Rosa do Sul/SC, Caixa Postal 04, CEP: 88965-000, driamd@hotmail.com.

²Acadêmico de Engenharia Agrônoma, IFC - Câmpus Santa Rosa do Sul.

³Acadêmico de Engenharia Agrônoma, IFC - Câmpus Santa Rosa do Sul.

⁴Professor doutor, IFC - Câmpus Santa Rosa do Sul.

⁵Professora doutora, IFC - Câmpus Santa Rosa do Sul.

unidades experimentais foram compostas de parcelas com 10 m² (2 m x 5 m), e os tratamentos foram: T1) Testemunha; T2) Mix de nutriente contendo B (19,5 g ha⁻¹), Cu (19,5 g ha⁻¹), Mo (3,9 g ha⁻¹), Zn (195 g ha⁻¹), Mn (195 g ha⁻¹), S (234 g ha⁻¹), Mg (19,5 g ha⁻¹); T3) Mix + Ca (567 g ha⁻¹); T4) Mix + Mg (138 g ha⁻¹); T5) Mix + Ca (567 g ha⁻¹) + Mg (138 g ha⁻¹); T6) Ca (567 g ha⁻¹) + Mg (138 g ha⁻¹); T7) Zn (756 g ha⁻¹).

A cultivar de arroz utilizado foi o híbrido Inov CL[®] de ciclo precoce (120 dias). A semeadura foi realizada no dia 01/11/2013 em solo seco, com espaçamento entre linha de 0,17 m e densidade de semeadura de 45 kg ha⁻¹.

A adubação de base constou da aplicação de 350 kg ha⁻¹ da fórmula comercial 8-18-28. A adubação de N em cobertura constou da aplicação de 120 kg ha⁻¹ na forma de uréia, dividida em duas aplicações. A primeira ocorreu quando as plantas estavam no estágio V3/V4, antecedendo a entrada de água e a segunda quando as plantas se encontravam no estágio V9. A irrigação por inundação iniciou quando as plantas estavam no estágio V3/V4 e lâmina de água se manteve ao redor de 15 cm permanecendo até a colheita. O controle fitossanitário foi realizado de acordo com as recomendações técnicas da cultura (SOSBAI, 2012).

Os tratamentos com adubação foliar foram aplicados em dois momentos durante o desenvolvimento das plantas. A primeira aplicação ocorreu quando as plantas estavam no estágio V5/V6 e a segunda com as plantas em estágio V9. Utilizou-se um pulverizador costal com barra de 2 m de largura e bicos do tipo leque, com volume de calda de 150 l ha⁻¹.

As variáveis avaliadas foram componentes do rendimento e rendimento final de grãos. Os componentes do rendimento número de panículas por planta (NP), número de grãos por panícula (GP) e peso de mil grãos (PMG) foram avaliados durante o ciclo de cultivo em plantas coletadas no interior da parcela. O rendimento final de grãos foi obtido por meio de colheita manual de cada parcela numa área útil de 1 m². Após a colheita, as plantas foram trilhadas manualmente e os grãos pesados. Após a correção da umidade para 130 g kg⁻¹ de água e o desconto de impurezas obteve-se a produtividade. Coletaram-se 100 g de grãos para determinar o índice de qualidade por meio da medição do comprimento médio do grão (CMG), largura média do grão (LMG), rendimento total de grão limpo (RTGL), inteiro total (IT) e quebrado (Q). As variáveis foram submetidas à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade do híbrido de arroz Inov CL[®] no presente trabalho variou de 9.914 a 11.392 kg ha⁻¹ e diferiu significativamente entre os tratamentos. A produtividade foi 14,9% superior no tratamento com adubação foliar contendo Zn em relação à testemunha e ao tratamento Mix + Ca + Mg (Figura 1). Este resultado corrobora aqueles obtidos por BARBOSA FILHO et al. (1990), que relatam acréscimo de produtividade de grãos com a aplicação de zinco em arroz. Porém DARIO et al. (2012) não encontraram incrementos de rendimento do arroz com o uso de micronutrientes via foliar. Segundo Marchezan et al. (2001) os resultados divergentes à aplicação de micronutrientes encontrados na literatura podem estar relacionados à textura do solo e variações climáticas entre locais e entre anos de avaliação.

A produtividade de grãos nos tratamentos Mix de nutrientes, Mix de nutrientes com Ca ou Mg, Ca + Mg e Mix + Ca + Mg, não diferiu significativamente em relação a testemunha (Figura 1). A adição de Ca e Mg normalmente se dá pela calagem do solo e no experimento em questão não foi realizada calagem. Segundo Silva & Ranno (2005), a acidez elevada reduz a capacidade da planta na absorção, transporte e utilização de nutrientes, diminuindo também a capacidade do solo em suprir os nutrientes.

A calagem é recomendada quando o pH estiver abaixo de 5,5 ou a análise de solo indicar valores de Ca menores do que 2,0 cmolc dm⁻³ e/ou Mg menores do que 0,5 cmolc dm⁻³ (SILVA & RANNO (2005). No experimento os teores de Ca e Mg do solo medidos 120 dias antes da semeadura eram, respectivamente, de 0,85 cmolc dm⁻³ e 0,57 cmolc dm⁻³,

indicando que a área necessitava de correção.

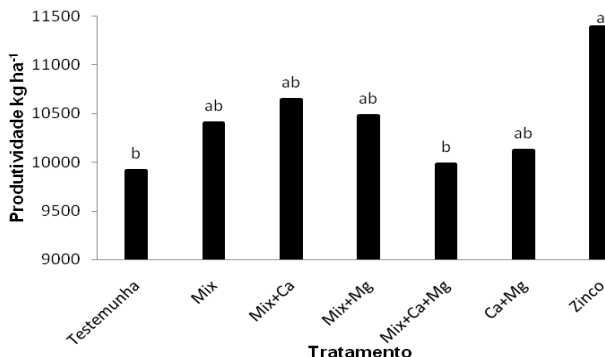


Figura 1 - Produtividade do híbrido de arroz irrigado Inov CL® submetido à adubação foliar com macro e micronutrientes. IFC - Câmpus Santa Rosa do Sul/SC, safra 2013/14.

O tempo para absorção de 50% do Ca e Mg, é respectivamente de, 10 a 96 horas e 10 a 24 horas, considerado alto quando comparado com a absorção de outros elementos, como o N que leva entre 0,5 e 2 horas (FAQUIM, 2005). Após 7 horas da primeira aplicação dos tratamentos ocorreu uma chuva moderada, podendo ser este um dos fatores que limitou a absorção e a resposta aos tratamentos. A ausência de resposta do Mix de nutrientes pode estar relacionada com a disponibilidade dos micronutrientes e a menor exigência pela planta facilitando o suprimento via solo (MALAVOLTA, 1976).

Os componentes de rendimento NP e GP não diferiram estatisticamente entre si com a adubação foliar (Tabela 1). Mesmo que estatisticamente a variável NP não tenha apresentado diferença entre tratamentos, percebe-se um acréscimo de 12,5 % nas plantas que receberam Zn. O componente NP é dependente do número de perfilhos viáveis e o suprimento de Zn via foliar no estágio V5/V6 e V9, provavelmente, contribuiu com a emergência e desenvolvimento desses perfilhos. No estágio V5/V6 a planta está com alto nível de diferenciação celular, definindo a quantidade de perfilhos que irá formar e o suprimento da exigência nutricional é imprescindível para o estabelecimento de perfilhos viáveis (MUNDSTOCK; BREDEMEIER, 2001).

Tabela 1 – Componentes de rendimento de grãos do híbrido de arroz irrigado Inov CL® submetido à adubação foliar com macro e micronutrientes. IFC - Câmpus Santa Rosa do Sul/SC, safra 2013/14.

Tratamento	NP	GP	PMG (g)
Testemunha	375	114	26,8
Mix	398	128	26,8
Mix + Ca	404	119	27,2
Mix + Mg	399	124	26,7
Mix + Ca + Mg	434	129	26,6
Ca + Mg	405	130	27,1
Zinco	422	124	27,4
F	0,38 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,67 ^{ns}
CV (%)	8,67	8,10	2,32

NP (Número de panículas), GP (Grãos por panícula), PMG (Peso de Mil Grãos). ^{ns} não significativo ($p>0,05$).

O rendimento total de grão limpo (RTGL) foi a única variável do índice de qualidade dos

grãos que diferiu significativamente entre os tratamentos (Tabela 2). Os tratamentos que apresentaram o maior RTGL foram aqueles com Mix + Ca e/ou Mg além daquele com Zn e a testemunha.

Tabela 2 – Índice de qualidade de grãos do híbrido de arroz irrigado Inov CL[®] submetido à adubação foliar com macro e micronutrientes. IFC - Câmpus Santa Rosa do Sul/SC, safra 2013/14.

Tratamento	CMG (mm)	LMG (mm)	RTGL (g)	IT (%)	Q (%)
Testemunha	6,45	1,67	67,68 abc	85,6	14,4
Mix	6,49	1,96	67,27 c	86,0	14,0
Mix + Ca	6,48	1,96	68,19 abc	85,9	14,1
Mix + Mg	6,47	1,96	68,65 a	85,4	14,6
Mix + Ca + Mg	6,43	1,96	67,89 abc	85,1	14,9
Ca + Mg	6,42	1,96	67,56 bc	85,6	14,4
Zinco	6,49	1,97	68,41 ab	86,1	13,9
F	0,09 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,002**	0,72 ^{ns}	0,99 ^{ns}
CV (%)	0,65	0,50	0,62	2,84	16,54

CMG (Comprimento médio do grão), LMG (largura média do grão), RTGL (Rendimento total de grão limpo), IT (Inteiro total), Q (quebrado). Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). **significativo $p = 0,05$. ^{ns} não significativo.

CONCLUSÃO

A aplicação foliar de Zn no estágio de crescimento V5/V6 e V9 incrementou a produtividade do híbrido de arroz irrigado neste estudo.

A aplicação foliar do fertilizante composto por um Mix de nutrientes, combinado ou não com Ca e Mg não interferiram nos componentes do rendimento e rendimento final de grãos.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

BARBOSA FILHO, M.P., DYNIA, J.F., ZIMMERMANN, F.J.P. Resposta do arroz de sequeiro ao zinco e ao cobre com efeito residual para o milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, n. 3, p. 333-338, 1990.

DARIO, G. J. A. et al. Adubação foliar na fase reprodutiva do arroz. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 18, n. 1-4, p. 68-80, jan-mar 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 2.ed. 212p.

GATIBONI, I. C. et al. Proposta de limites críticos ambientais de fósforo para solos de Santa Catarina. **Boletim Técnico**, 2 ed, Lages, 2014, 38p. Disponível em: < http://www.cav.udesc.br/arquivos/id_submenu/339/boletim_tecnico_cav_gatiboni_et_al_2014.pdf>. Acesso em: 02 de jul. de 2015.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MARCHEZAN, E. et al. Adubação foliar com micronutrientes em arroz irrigado, em área sistematizada. **Ciência Rural**, v. 31, n. 6, p. 941-945, 2001.

SILVA, S. L.; RANNO, K. S. Calagem em solos de várzea e a disponibilidade de nutrientes na solução do solo após o alagamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1054-1061, set-out, 2005.

TEDESCO, M. J. et al. Análises de Solo, plantas e outros materiais. **Boletim Técnico**, 2 ed, Porto Alegre, 1995, 174p.

ASPECTOS BIOMÉTRICOS E PRODUTIVOS DA CULTURA DO ARROZ EM FUNÇÃO DE REGULADOR VEGETAL

Cleiton José Alves¹; Orivaldo Arf²; Nayara Fernanda Siviero Garcia¹; Mayara Rodrigues³; Arthur Dias Galassi³; Fernando Shintate Galindo¹, Luis Massao Sasaki³

Palavras-chave: Thidiazuron, BRS Esmeralda, Cerrado, citocinina.

INTRODUÇÃO

O arroz é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo. Devido à sua constituição nutricional é facilidade de produção é considerado um alimento com grande potencial no combate à fome.

No Brasil o levantamento da safra 2014/15 indica um total de 2.343,9 mil hectares cultivados com arroz, uma produção estimada de 12.397,2 mil toneladas e produtividade média de 5.289 kg ha⁻¹ (CONAB, 2015). Cerca de 47% das áreas ocupadas pela orizicultura estão situadas no Rio Grande do Sul, sob um sistema consolidado de irrigação que proporciona excelentes produtividades.

A outra porção de áreas está presente na região Centro-Oeste do Brasil, principalmente nos estados de Mato Grosso e Goiás, em sua maioria sem suplementação de irrigação, o que acarreta redução na produtividade. Esta modalidade de cultivo é denominada de arroz de terras altas e apesar da menor produtividade, tem um grande potencial de expansão no Brasil (Mendes et al., 2014).

Apesar do uso de suplementação de irrigação em algumas áreas de arroz de terras altas, visando atenuar os efeitos de veranicos, a produtividade ainda é baixa em relação à região Sul. Sendo assim, é necessário que se faça incrementos tecnológicos no manejo da cultura, para que esta possa se tornar mais produtiva e competitiva.

Segundo Stone et. al. (1999) os genótipos de arroz do grupo intermediário/moderno necessitam de doses de nitrogênio duas vezes superiores às recomendadas para genótipos do grupo tradicional. Em função disto observa-se a superioridade dos cultivares do grupo moderno em aumentar a sua produtividade em função de práticas inovadoras como irrigação, incrementos de adubação nitrogenada e reguladores vegetais.

Na cultura do arroz existem estudos com reguladores vegetais destinados a diminuir a altura de plantas, geralmente utilizando inibidores da síntese do ácido giberélico (NASCIMENTO et al., 2009, ARF, et al., 2012 e ALVAREZ et al., 2014). No entanto, existem outros grupos de reguladores que podem promover o aumento da produtividade na cultura do arroz.

Tendo em vista estas informações, objetivou-se com este trabalho verificar a influência de um regulador vegetal thidiazuron sobre aspectos biométricos e produtivos na cultura do arroz de terras altas, aplicado em diferentes épocas e doses.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2014/15, em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS, situada aproximadamente a 51°22' de longitude Oeste de Greenwich e 20°22' de latitude Sul, com altitude de 335 metros.

O solo da área experimental é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso (SANTOS et al., 2013), originalmente ocupado por vegetação de Cerrado. A precipitação

¹ Eng. Agr. Mestrando, FE-Unesp, Campus de Ilha Solteira, Rua Monção, nº 226 - Bairro: Zona Norte - Ilha Solteira, SP, cleiton.agr.feis@gmail.com.

² Professor Titular, FE-Unesp, Campus de Ilha Solteira.

³ Graduando em Eng. Agrônômica, FE-Unesp, Campus de Ilha Solteira.

média anual é de 1.370 mm, a temperatura média anual é de 23,5°C e a umidade relativa do ar entre 70 e 80% (média anual).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, disposto em esquema fatorial 4 x 3, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por uma testemunha e três doses de thidiazuron, aplicadas em três estádios distintos de desenvolvimento das plantas: perfilhamento, diferenciação do primórdio da panícula e na fase de emborrachamento. As doses utilizadas foram: testemunha sem regulador, 0,3; 0,6 e 0,9 g ha⁻¹ do produto comercial. A cultivar escolhida foi o BRS Esmeralda.

O thidiazuron (N-fenil-N'-1,2,3-tiadiazol-5-ilurea), uma feniluréia do mesmo grupo do forclorfenuron, é um regulador vegetal que apresenta ação semelhante à citocinina (HENNY e FOOSHEE, 1991).

As parcelas foram constituídas por cinco linhas de 5,0 m de comprimento espaçadas de 0,35 m entre si. A área útil foi constituída por duas linhas centrais de cada parcela.

As aplicações do regulador foram realizadas aos 19 DAE por ocasião do perfilhamento, aos 43 DAE por ocasião da diferenciação do primórdio da panícula e 66 DAE por ocasião do emborrachamento do cultivar BRS Esmeralda.

O regulador vegetal foi aplicado na forma de jato dirigido, com pulverizador manual tipo costal, utilizando bico cônico tipo TX-VS2, com volume de calda aproximado de 200 L ha⁻¹.

A colheita do arroz foi efetuada manualmente e individualmente por unidade experimental quando os grãos de 2/3 superiores das panículas apresentaram-se duros e os do terço inferior semi-duros, aos 100 DAE. Após a colheita foi realizada a trilha e secagem à sombra.

Foi determinada a altura de plantas durante o estágio de grãos pastoso, em 10 plantas ao acaso na área útil de cada parcela, abrangendo a distância média compreendida desde a superfície do solo até a extremidade superior da panícula mais alta.

O número de espiguetas por metro quadrado foi obtido pela contagem do número de panículas de 1,0 m de fileira de plantas na área útil das parcelas e posteriormente calculado por metro quadrado.

O número total de espiguetas por panícula foi encontrado por meio da contagem do número de grãos de 20 panículas, utilizando contador/totalizador eletrônico automático de grãos e sementes/ SEEDBURO. As panículas desta avaliação foram coletadas no momento da colheita da cultura, em cada parcela.

Após a contagem do número total de grãos foi feita uma comparação percentual entre os grãos cheios e chochos para determinar a fertilidade das espiguetas.

A produtividade foi determinada por meio da pesagem dos grãos em casca, provenientes da área útil das parcelas colhidas, corrigindo-se a umidade para 13% e convertendo em kg ha⁻¹.

Os dados das avaliações foram submetidos à análise de variância (teste F), com o objetivo de verificar se houve diferença significativa entre os tratamentos e interação entre os fatores, quando ocorrido diferença no teste F ($p < 0,01$ e $p < 0,05$), foi realizado a comparação de médias com teste de Tukey ($p < 0,05$) para épocas de aplicação, e regressão polinomial para as doses de thidiazuron.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados de altura de plantas, panículas por metro quadrado, espiguetas por panícula, fertilidade das espiguetas e produtividade de grãos do cultivar BRS Esmeralda, submetido a aplicação de thidiazuron.

Verifica-se que os aspectos altura de plantas e panículas por metro quadrado não foram influenciados pela aplicação de thidiazuron, mostrando que este regulador não exerce efeito sobre essas características do arroz, corroborando com resultados encontrados por Buzetti et al. (2006) quando aplicaram cloreto de clomequat na cultura do arroz.

No entanto, alguns reguladores apresentam capacidade de redução significativa na altura de plantas de arroz, como por exemplo, cloreto de mepiquat, etil-trinexapac e paclobutrazol

(NASCIMENTO et al., 2009, ARF, et al., 2012 e ALVAREZ et al., 2014).

Para a variável espiguetas por panícula a melhor época de aplicação foi durante o perfilhamento. Isso acontece porque o número de espiguetas é determinado no início da fase reprodutiva, logo, a aplicação durante o emborrachamento e até mesmo na diferenciação floral não conseguem interferir nesta característica da planta.

Ainda sobre espiguetas por panícula, observa-se aumento linear dos resultados em função das doses aplicadas, mostrando que a dose 0,9 g ha⁻¹ proporcionou incremento de 13,4% em relação a testemunha.

Para o aspecto fertilidade das espiguetas a melhor época também foi durante o perfilhamento, não diferindo estatisticamente da fase de diferenciação floral. Isto também se aplica ao fato que o thidiazuron tem maior influência no início da fase reprodutiva da cultura, quando levado em consideração o número de espiguetas por panícula e fertilidade das espiguetas.

No que se diz respeito à produtividade de grãos, verifica-se aumento linear dos resultados em função das doses utilizadas, de modo que a dose 0,9 g ha⁻¹ proporcionou aumento de 23,5% a mais que a testemunha. Esse efeito do thidiazuron é resultado dos incrementos obtidos nas variáveis que interferem diretamente na produtividade de grãos, no caso, trata-se do aumento no número e fertilidade de espiguetas por panículas.

Dario et al. (2004) trabalhando com um regulador constituído por giberelina, auxina e citocinina, verificaram aumento de 14,3% na produtividade de grãos em relação ao tratamento controle no cultivar IAC 103.

Da mesma maneira ALVAREZ et al. (2007b), Nascimento et al. (2009), Arf et al. (2012) e ALVAREZ et al (2014) obtiveram aumento na produtividade de grãos na cultura do arroz, utilizando etil-trinexapac. No entanto, vale ressaltar que este ganho pode estar mais relacionado à diminuição de perdas com acamamento de plantas e não pelo estímulo de produção na planta.

Tabela 1 - Altura de plantas (AP), panículas por m² (P/m²), espiguetas por panículas (EP), fertilidade das espiguetas (FE) e produtividade de grãos (PG) do cultivar BRS Esmeralda em função de doses e épocas de aplicação de thidiazuron, Selvíria, MS, 2014/2015.

Tratamentos	AP (cm)	P/m ²	EP	FE (%)	PG (kg ha ⁻¹)
Épocas (E)					
Perfilhamento	112	324	150 a	87 a	6.397
Diferenciação floral	113	313	131 b	86 ab	6.004
Emborrachamento	114	315	139 b	82 b	5.933
Doses (D)					
0	112	312	132 ⁽¹⁾	83	5.464 ⁽²⁾
0,3	113	325	135	86	5.907
0,6	113	308	140	84	6.325
0,9	114	324	149	87	6.749
Teste F					
Épocas	1,01 ^{ns}	0,34 ^{ns}	3,53*	3,52 [*]	1,52 ^{ns}
Doses	0,38 ^{ns}	0,51 ^{ns}	7,13**	0,85 ^{ns}	5,59**
E x D	2,16 ^{ns}	1,08 ^{ns}	2,04 ^{ns}	1,57 ^{ns}	0,93 ^{ns}
D.M.S (5%)	3,62	36,97	8,58	4,96	700
CV (%)	3,69	13,43	7,12	6,88	13,21

⁽¹⁾ y = 19,227x + 130,42 (R² = 95%), ⁽²⁾ y = 1,4243x + 5,4703 (R² = 62%), médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, ^{ns} – não significativo, * e ** significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

CONCLUSÃO

O thidiazuron não promove redução na altura de plantas e não interfere no número de panículas por metro quadrado.

A aplicação de thidiazuron durante a fase de perfilhamento aumenta o número de espiguetas por panícula e panículas por metro quadrado.

Doses crescentes de thidiazuron favorecem o aumento do número de espiguetas por panículas e produtividade de grãos do BRS Esmeralda.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa durante a condução do experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, R.C.F. et al. Produtividade de arroz de terras altas em função de reguladores de crescimento. Revista Ceres, Viçosa, v. 61, n.1, p. 042-049, jan/fev, 2014.

ARF, O. et al. Uso de etil-trinexapac em cultivares de arroz de terras altas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 150-158, abr./jun. 2012.

BUZETTI, S. et al. Resposta de cultivares de arroz a doses de nitrogênio e do regulador de crescimento cloreto de cloromequat. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, p.1731-1737, 2006.

CONAB. Levantamentos de safra: 7º Levantamento de grãos safra 2014/2015. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_04_10_09_22_05_boletim_gaos_abril_2015.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2015.

HENNY, R.J.; FOOSHEE, W.C. Treatment of syngonium 'Maya Red' with thidiazuron in attempt to induce basal branching. CFREC-Apopka research report. University of Florida, IFAS, Central Florida Research and Education Center-Apopka, 2p. 1991.

MENDES, C.A. et al. Análise de associação quanto à produtividade e seus caracteres componentes em linhagens e cultivares de arroz de terras altas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.49, n.10, p.771-782, out. 2014.

NASCIMENTO, V. et al. Uso do regulador de crescimento etil-trinexapac em arroz de terras altas. Bragantia, 68, p. 921-929, 2009.

SANTOS, H. G. et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

STONE, L. F. et al. Adubação nitrogenada em arroz sob irrigação suplementar por aspersão. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 34, n. 6, p. 927-932, jun. 1999.

ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM PLÂNTULAS DE ARROZ NA PRESENÇA DE EXTRATO DE CENOURA E SALINIDADE

Sidnei Deuner¹; Cristina Copstein Cuchiara²; Cristiane Deuner³; Carolina Terra Borges³; César Iván Suárez Castellanos³; Lariza Benedetti⁴; Gabriele Espinel Ávila⁴; Ítalo Lucas de Moraes⁴

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., *Daucus carota*, germinação, estresse oxidativo

INTRODUÇÃO

O arroz é um dos cereais mais cultivados no mundo, sendo amplamente utilizado na alimentação humana, desempenhando papel importante tanto no aspecto econômico quanto social. Além de ser uma cultura extremamente versátil, que se adapta a diferentes condições de solo e clima, é considerada a espécie que apresenta maior potencial para o combate da fome no mundo (AGRIANUAL, 2012).

Em muitas áreas de cultivo do arroz, o uso de água de baixa qualidade para a irrigação e a aplicação de quantidades excessivas de fertilizantes são as principais razões para o aumento da salinidade do solo, o que pode afetar o crescimento e o desenvolvimento das plantas, implicando na perda de produtividade e de qualidade, ou perda total da produção. O período de germinação e o estabelecimento das plântulas são etapas importantes para a sobrevivência das espécies principalmente nos locais em que a disponibilidade e a qualidade de água são limitadas, como é o caso de áreas que apresentam solos com elevada salinidade (LIMA et al., 2015).

Um dos principais desafios da atualidade é a identificação dos possíveis mecanismos que elevam o grau de tolerância ao estresse salino, uma vez que, ao longo da evolução, as plantas desenvolveram sofisticados mecanismos que as permitem perceber as condições adversas, ativando cascatas de transdução de sinais, as quais, consequentemente, acionam mecanismos de resposta ao estresse, levando a mudanças fisiológicas e bioquímicas. Assim, estudos que identifiquem e que permitam o entendimento de mecanismos de tolerância do arroz frente a alta salinidade são de extrema importância, a fim de garantir a sustentabilidade das lavouras nas áreas atingidas por sal, principalmente no extremo sul do Rio Grande do Sul.

É sabido que uma ampla variedade de metabólitos secundários são produzidos pelos vegetais superiores, responsáveis pela defesa natural da planta sob estresses bióticos e abióticos (RÊGO JÚNIOR et al., 2011). Estudos têm demonstrado que o β -caroteno, a vitamina C e E, e os compostos fenólicos estão relacionados à capacidade antioxidante de vários vegetais (McDONALD et al., 2001). As raízes de cenoura (*Daucus carota* L.) são fontes ricas de β -caroteno, que é um pigmento carotenoide antioxidante (BRITTON, 1992). Desta forma, o presente trabalho objetivou investigar as respostas enzimáticas antioxidantes em plântulas de arroz, cv. BRS Bojurú, submetidas a diferentes concentrações salinas e de extrato aquoso de cenoura como subsídio inicial para estudos futuros na busca de possíveis mecanismos de tolerância à salinidade.

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de arroz, cv. BRS Bojurú foram desinfestadas em hipoclorito de sódio a 1% por 10 minutos e após, lavadas por seis vezes com água destilada. Posteriormente, as mesmas foram distribuídas em rolos de papel "germitest" umedecidos a um volume de 2,5

¹ Professor Adjunto, Departamento de Botânica/DB, Instituto de Biologia/IB, Universidade Federal de Pelotas/UFPel, Caixa Postal 354, CEP 96010 – 900, Capão do Leão, RS, Brasil, Fone: (53) 3275-7640/Fax: (53) 3275-7169, sdeuner@yahoo.com.br

² Doutora em Fisiologia Vegetal, DB, IB, UFPel.

³ Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Departamento de Fitotecnia, UFPel.

⁴ Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, DB, IB, UFPel.

vezes o seu peso com diferentes concentrações de cloreto de sódio (NaCl) ou extrato aquoso de cenoura, de forma isolada. Com base nisso, foram estabelecidos os seguintes tratamentos: T1- Controle (água); T2- Solução salina (25 mM de NaCl); T3- Solução salina (75 mM de NaCl); T4- Solução salina (150 mM de NaCl); T5- Extrato de cenoura a 10% e T6- Extrato de cenoura a 20%.

Para a obtenção do extrato de cenoura, suas raízes foram limpas e trituradas em centrífuga (modelo Mondial *premium*), utilizada para o processamento de suco de frutas, e seu extrato filtrado em papel filtro. O extrato aquoso resultante foi diluído em água destilada nas concentrações estabelecidas.

A germinação foi conduzida em germinador tipo BOD regulado a 25°C e, após sete dias da indução dos tratamentos, 10 plântulas de três repetições de cada tratamento foram coletadas para as análises enzimáticas. Para isso, \pm 200 mg de matéria fresca de folhas e raízes foi macerado em N₂, acrescido de 20% de PVPP (polivinilpolipirrolidona) e homogeneizado com 1,8 mL de meio de extração (tampão fosfato de potássio 100 mM pH 7,8; EDTA 0,1 mM e ácido ascórbico 20 mM). O homogenato foi centrifugado a 13.000 g por 20 minutos (4°C) e o sobrenadante utilizado para determinação da atividade das enzimas e para a quantificação das proteínas pelo método de BRADFORD (1976).

A atividade da superóxido dismutase (SOD) foi avaliada pela capacidade da enzima em inibir a fotoredução do azul de nitrotetrazólio (NBT) (GIANNOPOLITIS; RIES, 1977) no meio de reação (fosfato de potássio 100 mM pH 7,8; metionina 14 mM; EDTA 0,1 mM; NBT 75 μ M e riboflavina 2 μ M). Uma unidade da SOD foi considerada a quantidade de enzima capaz de inibir em 50% a fotoredução do NBT nas condições de ensaio. Os resultados foram expressos em U mg⁻¹ proteína.

A atividade da ascorbato peroxidase (APX) foi determinada segundo NAKANO; ASADA (1981), monitorando-se a taxa de oxidação do ascorbato (ASA) a 290 nm. O meio de reação foi composto de tampão fosfato de potássio 100 mM (pH 7,0), ácido ascórbico 0,5 mM e H₂O₂ 0,1 mM e extrato enzimático. O decréscimo na absorbância foi monitorado por um minuto e meio e os resultados foram expressos em μ mol ASA min⁻¹ mg⁻¹ proteína.

A atividade da catalase (CAT) foi determinada conforme descrito por Azevedo et al. (1998). O extrato enzimático foi adicionado ao meio de reação (tampão fosfato de potássio 50 mM pH 7,0 e H₂O₂ 12,5 mM) e a atividade da enzima foi monitorada pelo decréscimo na absorbância a 240 nm, durante um minuto e meio. Os resultados foram expressos em μ mol H₂O₂ min⁻¹ mg⁻¹ proteína.

O trabalho foi conduzido em blocos inteiramente casualizados, os resultados foram submetidos à análise da variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados, é importante ressaltar que no tratamento T4 (150 mM de NaCl), aos sete dias após a semeadura ainda não haviam sementes germinadas e assim não foram analisadas quanto a atividade enzimática. Para os demais tratamentos, a enzima SOD nas folhas expressou aumento significativo em sua atividade no T3 (75 mM de NaCl) e T6 (20 % de extrato de cenoura). No tratamento salino esta resposta já era esperada devido ao estresse causado pela salinidade do meio. Já para o tratamento com extrato de cenoura, a presença de β -caroteno em sua composição, que é um pigmento antioxidante, pode ter sido o responsável pelo aumento na atividade da SOD. Ainda para esta enzima, nas raízes, somente no T3 houve aumento significativo.

Para a APX, nas folhas somente no T3 houve aumento significativo, sendo este somente em relação aos tratamentos T2 e T5, não diferindo do T1 e T6 (Figura 1C) e, nas raízes não houve diferença significativa (Figura 1D).

A CAT, enzima que, assim como a APX, atua na remoção do peróxido de hidrogênio (H₂O₂), produto da dismutação do ânion superóxido pela SOD, no presente estudo atuou de forma sincronizada as demais enzimas analisadas, mostrando maior atividade no tratamento T3, embora este tenha diferido significativamente somente do T5 nas folhas e

do T1, T5 e T6 nas raízes (Figura 1 E e F).

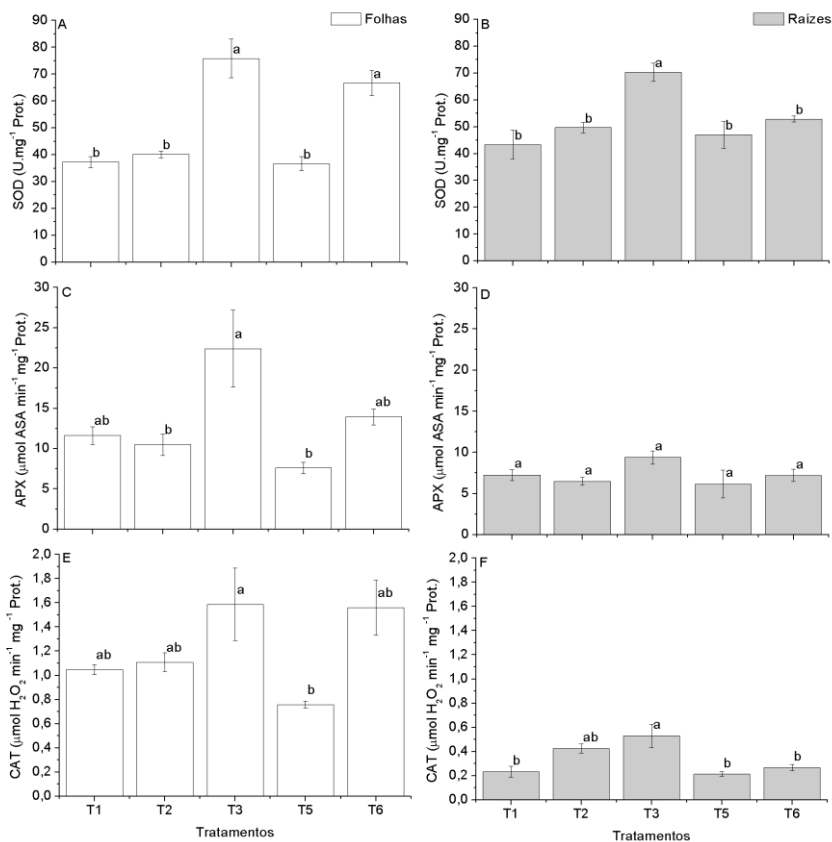


Figura 1. Atividade das enzimas antioxidantes: Superóxido dismutase (SOD) – A, B; Ascorbato peroxidase (APX) – C, D e Catalase (CAT) – E, F, em folhas e raízes de plântulas de arroz cv. BRS Bojuru submetidas ao estresse salino e extrato aquoso de cenoura. Letras minúsculas distintas diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Barra indica erro padrão da média.

Sengundo Zhang (1997), o extrato de raízes de cenoura possui atividade estimulante ao crescimento, podendo ser usado como bioestimulante na produção agrícola. Abbas & Akladios (2013) avaliando a atividade de algumas enzimas em plantas de *Vigna sinensis* relacionando o uso de extrato de cenoura e salinidade, observaram aumento na atividade da peroxidase tanto no tratamento com salinidade (100 mM) quanto com extrato de cenoura. Resultados que corroboram com o presente estudo, umas vez que, principalmente para os tecidos foliares, a elevada salinidade e o extrato de cenoura a 20% induziu expressivo aumento na atividade enzimática.

CONCLUSÃO

Este estudo demonstra que concentrações salinas a partir de 75 mM de NaCl induzem ao estresse oxidativo.

A aplicação do extrato de cenoura a 20% aumenta os níveis de antioxidantes enzimáticos e assim, por se tratar de um antioxidante natural, germinar sementes de arroz em extrato de cenoura e posteriormente semear em ambiente salino, pode reduzir os efeitos negativos da salinidade, o que deverá ser comprovado em estudos futuros.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAS, S.M. and AKLADIOUS, S.A. Application of carrot root extract induced salinity tolerance in cowpea (*Vigna sinensis* L.) seedlings. **Pakistan Journal of Botany**, v. 45, p. 795-806, 2013.

AGRIANUAL. Anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2012. p. 165-176.

AZEVEDO, R. A. et al. Response from elevated carbon dioxide to air and ozone fumigation in leaves and roots of wild type and a catalase-deficient mutant of barley. **Physiologia Plantarum**, v. 104, p. 280- 292, 1998.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p. 48-254, 1976.

BRITTON, G. **Carotenoids**. In: Natural foods colorants, Hendry, G.F., Blackie, New York, p.141-148, 1992.

GIANNOPOLITIS, C. N.; RIES, S. K. Superoxide dismutases. I. Occurrence in higher plants. **Plant Physiology**, v. 59, p. 309-314, fev. 1977.

LIMA, M. F. P. et al. Emergência e crescimento inicial de plântulas de albizia submetidas à irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n. 2, feb. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662015000200106&script=sci_arttext>. Acesso em: 17 jun. 2015.

McDONALD, S.; PRENZLER, P.D.; ANTOLOVICH, M.; ROBARDS, K. Phenolics content and antioxidant activity of olive extracts. **Food Chemistry**, v. 73, p. 73-84, 2001.

NAKANO, Y.; ASADA, K. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate specific peroxidase in spinach chloroplasts. **Plant Cell Physiology**, v. 22, p. 867-880, 1981.

RÊGO JÚNIOR, N.O.; FERNANDEZ, L.G.; CASTRO, R.D. de; SILVA, L.C.; GUALBERTO, S.A.; PEREIRA, M.L.A.; SILVA, M.V. da. Compostos bioativos e atividade antioxidante de extratos brutos de espécies vegetais da caatinga. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 14, p. 50-57, 2011.

AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE ARROZ EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA

Juscelio Ramos de Souza¹; Bruno Neves Ribeiro¹; Riscelly Santana Magalhães²; Luciano Gissi³; Thiago Picinatti Raposo⁴ e Gustavo Spadotti Amaral Castro⁵

Palavras – Chave: eficiência, adubação e revestimento.

INTRODUÇÃO

O nitrogênio (N) é um dos macronutrientes essenciais para as plantas, estando presente em uma série de estruturas e funções que o torna um dos elementos mais responsivos à adubação. As cultivares de arroz utilizadas em arroz irrigado possuem elevado potencial de produtividade. No entanto, essas cultivares são altamente dependentes da adubação nitrogenada para obtenção de elevadas produtividades. Com uso de doses elevadas de adubação nitrogenada, há risco de contaminação de mananciais hídricos por nitratos, ocorrendo também perdas de nitrogênio por volatilização, desnitrificação e imobilização através da atividade microbiana, diminuindo a eficiência na utilização do fertilizante pelas plantas. A obtenção de elevados rendimentos de arroz irrigado é uma necessidade em função dos altos custos de produção e a crescente competitividade a que todos os produtores estão sujeitos. Desta forma torna-se importante desenvolver e validar estratégias que visem melhorar a eficiência da adubação nitrogenada. Entre as alternativas, destaca-se o revestimento do fertilizante nitrogenado com aditivos e polímeros. A Linha Kimcoat é uma tecnologia desenvolvida pela Kimberlit Agrociências, utilizada para revestir os grânulos dos fertilizantes com camadas que combinam minerais e polímeros especiais que potencializam os fertilizantes, proporcionando um melhor aproveitamento pelas plantas. Com base no exposto, a resposta do arroz irrigado a nitrogênio está associada às condições em que os estudos são desenvolvidos. Não é tarefa simples a análise comparativa dos resultados obtidos em diferentes experimentos testando fontes, doses e formas de aplicação do nutriente. Dessa forma, a tomada de decisão da utilização de novas tecnologias na cultura do arroz deve ser suportada por resultados de pesquisas conduzidos sob condições de campo no maior número de regiões agrícolas possível. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico de fontes e doses de nitrogênio protegido numa única aplicação, visando minimizar as perdas desse elemento, comparando com o fertilizante convencional cuja fonte mais utilizada é a ureia, em duas aplicações.

i

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2011/2012 em área de várzea na Estação Experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, localizada na região central do Rio Grande do Sul. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições e os tratamentos encontram-se descritos na Tabela 1.

A semeadura ocorreu dia 20 de outubro de 2011, sendo utilizada a cultivar Puita Inta CL, na densidade de 85 kg.ha⁻¹. Foi utilizada a adubação de base no momento da semeadura, na quantidade de 15 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg ha⁻¹ de K₂O. Em V3, segundo escala de COUNCE, 2000, foi aplicado em cobertura mais 30

kg ha⁻¹ de K₂O. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada de acordo com as fontes de nitrogênio testadas conforme a Tabela 1.

Na aplicação de nitrogênio, a adubação com uréia foi feita em duas parcelas (em V3 e em V7) e com as fontes de ureia recobertas em apenas uma parcela no momento da primeira aplicação (V3).

Tabela 1: Descrição dos tratamentos. Santa Maria, RS, 2012.

Tratamento	Doses de N (kg.ha ⁻¹)
-	0
UREIA	40
UREIA	80
UREIA	120
UREIA RECOBERTA 36% N	40
UREIA RECOBERTA 36% N	80
UREIA RECOBERTA 36% N	120
UREIA RECOBERTA 38% N	40
UREIA RECOBERTA 38% N	80
UREIA RECOBERTA 38% N	120
UREIA RECOBERTA 43% N	40
UREIA RECOBERTA 43% N	80
UREIA RECOBERTA 43% N	120

O estabelecimento da lâmina de água com cerca de 10 centímetros foi realizada no estádio V3. O controle de plantas daninhas foi realizado através do herbicida Kífix na dose de 200 gramas ha⁻¹ do produto comercial aplicado um dia antes da entrada de água. Foram realizadas duas aplicações de fungicidas em R2 e 15 dias após, como forma de controle preventivo de doenças. Utilizou-se também para controle preventivo de percevejos e lagartas, a aplicação de Tiametoxam e Lambda-cialotrina na dosagem de 28,2 g.i.a ha⁻¹ e 21,2 g.i.a ha⁻¹, respectivamente, aplicados no mesmo momento da aplicação de fungicida em R2. Após a emergência das plantas de arroz, marcou-se uma secção de um metro linear em cada parcela, onde determinou-se o estande de plantas. Neste mesmo local, por ocasião da colheita contou-se o número de panículas por metro quadrado, o peso de grãos e a esterilidade de espiguetas.

A colheita realizada para estimativa do rendimento de grãos foi realizada manualmente numa área útil de 4,08 m² com as espiguetas apresentando umidade média de 22%. Após a trilha e limpeza, o peso de grãos foi convertido para kg ha⁻¹ e corrigidos para 13% de umidade.

Os dados obtidos foram submetidos às análises de pressuposições da análise de variância, e após cumprirem os pressupostos para a normalização, foi submetido à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados de número de panículas, peso de 1000 grãos, esterilidade de espiguetas e rendimento de grãos. Desses parâmetros avaliados o peso de 1000 grãos não apresentou diferença significativa entre os tratamentos avaliados.

Tabela 2: Número de panículas (panículas m⁻²), peso de 1000 grãos (gramas), esterilidade de espiguetas (%) e rendimento de grãos (kg ha⁻¹) em função do uso de diferentes fontes de nitrogênio em arroz irrigado. Santa Maria, RS, 2012.

Tratamentos	Nº de Panículas (m ⁻²)	Peso de 1000 grãos (g)	Esterilidade (%)	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
-	432 b ¹	25.2 ^{ns}	5.7 ab	8376 c
Ureia	530 ab	25.9	4.4 ab	10516 ab
Ureia	507 ab	26.6	5.5 ab	10562 ab
Ureia	447 b	25.3	4.6 ab	10221 ab
Ureia Recoberta 36% N 40 Kg ha ⁻¹	491 ab	25.5	6.5 a	10932 a
Ureia Recoberta 36% N 80 Kg ha ⁻¹	515 ab	25.7	5.4 ab	10054 abc
Ureia Recoberta 36% N 120 Kg ha ⁻¹	488 ab	26.6	3.9 b	10502 ab
Ureia Recoberta 38% N 40 Kg ha ⁻¹	566 a	25.6	6.3 ab	9043 bc
Ureia Recoberta 38% N 80 Kg ha ⁻¹	533 ab	26.2	6.3 ab	10653 ab
Ureia Recoberta 38% N 120 Kg ha ⁻¹	506 ab	25.7	5.0 ab	9841 abc
Ureia Recoberta 43% N 40 Kg ha ⁻¹	541 ab	25.9	5.0 ab	10804 a
Ureia Recoberta 43% N 80 Kg ha ⁻¹	485 ab	25.4	4.9 ab	10430 ab
Ureia Recoberta 43% N 120 Kg ha ⁻¹	578 a	26.0	5.9 ab	9911 abc
Média	509	25,8	5,3	10142
CV%	8,6	3,2	18,6	6,8

^{ns} não significativo em nível de 5% de probabilidade de erro

^{1/}Letras diferentes diferem pelo teste de Tukey (P≥0,05).

O número de panícula por m² nos tratamentos com a aplicação de 40 kg ha⁻¹ com a ureia recoberta com 38% de N e 120 kg ha⁻¹ com a ureia recoberta com 43% de N apresentaram destaque em relação aos demais, obtendo médias de 566 e 578 panícula por m², respectivamente.

Quanto ao rendimento de grãos, os tratamentos com a aplicação de 40 kg ha⁻¹ com a ureia recoberta com 36% de N e a ureia recoberta com 43% de N obtiveram as maiores produtividades, não diferindo significativamente dos demais tratamentos, exceto a testemunha sem aplicação de nitrogênio. De certa forma, isto pode ser explicado pelo melhor aproveitamento do nitrogênio pela planta de arroz. BREDÁ et, al., (2010), avaliando as perdas por volatilização de N da uréia recoberta com polímeros, verificou uma diminuição de 20 % nas perdas por volatilização. Os polímeros propiciam condições de controle e podem ser produzidos para sincronizar a liberação do N (BLAYLOCK, 2007). GUARESCHI (2010), avaliando o emprego de fertilizantes revestidos por polímeros conferiu maior número de vagens por planta e produtividade

de grãos de soja quando comparado aos fertilizantes convencionais. GROHS et al., 2011 avaliando respostas do arroz irrigado ao uso de inibidor de urease, verificou que a ureia revestida retarda e diminui as perdas de N por volatilização em comparação à ureia convencional.

CONCLUSÕES

Os resultados demonstraram respostas da cultura do arroz à aplicação de nitrogênio; a ureia protegida surge como uma alternativa para aumentar a eficiência e aproveitamento do nitrogênio no arroz irrigado, necessitando de mais trabalhos para uma melhor comprovação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Indústria Química Kimberlit pelo fornecimento dos fertilizantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BREDA, F.A.F.; WERNECK, C. G.; ALTOE, A.; LIMA, E.S.A.; POLIDORO, J.C.; ZONTA, E.; LIMA, E.; Perdas por Volatilização de N-Ureia Revestida com Polímeros. **Anais XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas**. Guarapari – ES 2010.

BLAYLOCK, A. **Novos Fertilizantes Nitrogenados: O Futuro dos Fertilizantes Nitrogenados de Liberação Controlada**. Informações Agrônomicas, Piracicaba, n. 120, p. 8-10, dez. 2007

COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, n.40, 436-443, 2000.

GUARESCHI, R. F. **Emprego de fertilizantes revestidos por polímeros nas culturas da soja e milho**. 2010. 44 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, Rio Verde.

GROHS, M.; MARCHESAN, E.; SANTOS, D.S.; MASSONI, P.S.F., SARTORI G. M. S.; FERREIRA, R. B. Resposta do Arroz Irrigado ao Uso de Inibidor de Urease em Plantio Pireto e Convencional. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 35, n. 2, p. 336-345, mar./abr., 2011.

¹ Eng. Agrônomo M.Sc, Pesquisa e Desenvolvimento, Kimberlit Agrociências, Rodovia Assis Chateaubriand, Km 144,5 Olimpia, SP, CEP 15400-000, Fone: 17 3275 1500. juscelio.souza@kimberlit.com;

² Eng. Agrônomo, Discente especial Mestrado Produção Vegetal, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal – SP;

³ Administrador de Empresas, mestrando Agronegócios FGV; São Paulo - SP

⁴ Discente Mestrado Universidade Federal de Viçosa, Campus Rio Paranaíba, Rio Paranaíba – MG;

⁵ Eng. Agrônomo D.Sc, Transferência de Tecnologia para Produção de Grãos Embrapa Amapá, Macapá – AP;

AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE SOJA EM ÁREAS ORIZÍCOLAS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL (RS) - SAFRA 2014-2015

Pablo Gerzson Badinelli¹; Cleiton Steckling², Teresinha Roversi³, Alencar Junior Zanon⁴, Juliano Brum de Quevedo⁴, Daniel Arthur Gaklik Waldow⁴, Roberto Carlos Wolter⁴, Darci Francisco Uhry Junior⁵, Claudimiro Rodrigues Terra⁶, Elvis Tolso Veber⁶, Jackson Brazil Acosta Pintanel⁶, Tiago Viegas Cereza⁶, Edison Souza⁷.

Palavras-chave: *Glycine max*, melhoramento genético, rotação de culturas.

INTRODUÇÃO

O estado do Rio Grande do Sul (RS) é o principal produtor de arroz irrigado do Brasil e para continuar sendo referência em produtividade é preciso associar técnicas de manejo como a rotação de culturas com soja. Esta técnica permite a manutenção das tecnologias adotadas na lavoura arrozeira, diluição dos custos de preparo de solo, diminuição dos riscos de surgir plantas daninhas resistentes a herbicidas, por utilizar diferentes mecanismos de ação, e maior estabilidade econômica devido aos preços pagos pelo mercado e a liquidez desta oleaginosa.

As áreas de cultivo de arroz apresentam em sua grande maioria topografia plana a levemente ondulada que leva a uma condição de drenagem limitante. Estas características dos solos arrozeiros, muitas vezes dificultam o estabelecimento da lavoura, assim como a obtenção de altos rendimentos que justifiquem financeiramente o cultivo de culturas de sequeiro nestas áreas.

Desenvolver cultivares que apresentem características como maior tolerância ao excesso hídrico associado a alto potencial produtivo é um grande desafio para os programas de melhoramento genético da cultura da soja.

Com o intuito de identificar linhagens mais responsivas a estas condições, o Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), através de um convênio de Cooperação técnica com a Cooperativa Central Gaúcha Ltda. (CCGL), buscam desenvolver materiais que apresentem maior adaptabilidade às condições de excesso hídrico e com alto potencial produtivo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar genótipos de soja, quanto ao potencial produtivo, características agrônomicas e sua interação com o ambiente.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em quatro locais de produção de arroz irrigado no RS: Bagé, Cachoeirinha, Palmares do Sul e Santa Vitória do Palmar. Visando identificar genótipos com maior resistência ao acamamento, o ensaio foi realizado com duas densidades de semeadura, a primeira conforme recomendações técnicas (25 sementes m⁻²) e a segunda com densidade de 40 % a mais (35 sementes m⁻²), buscando identificar qual a melhor densidade de planta por área para cada genótipo. Dos sete materiais, três são linhagens provenientes do convênio de cooperação técnica IRGA/CCGL-TEC (CEPsBt 11260, CEPsBt 11289 e CEPsBt 11345) e quatro genótipos comerciais serão utilizados como padrões de comparação (TEC 5936IPRO, TECIRGA 6070RR, NA 5909RG e BMX Potencia RR).

Os ensaios foram instalados em 11/11(Bagé), 20/11(Cachoeirinha), 28/11(Palmares do

¹ Eng.Agr.,M.Sc. Instituto Rio Grandense do Arroz, Rua Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494, CEP 94930-030, Cachoeirinha, RS. pablo-badinelli@irga.rs.gov.br

² Eng.Agr.,M.Sc.

³ Dr. em agronomia

⁴ Eng.Agr.,M.Sc. Instituto Rio Grandense do Arroz

⁵ Eng.Agr. Instituto Rio Grandense do Arroz

⁶ Tec. Agr., Instituto Rio Grandense do Arroz

⁷ Graduando ULBRA/Estagiário/Instituto Rio Grandense do Arroz

Sul) e 25/11 (Santa Vitória do Palmar), com a emergência nos dias 16/11, 28/11, 10/12 e 11/12, respectivamente. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com três repetições. As parcelas mediram 6x2m, compostas por 4 linhas e espaçamento entre linhas de 0,5 m apresentando uma área útil de 5 m².

Os genótipos foram comparados pelo rendimento de grãos a 13% de umidade e os dados foram submetidos à análise de variância individual e conjunta (SAS, 2000). A comparação de médias foi realizada através do teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade. As demais variáveis foram calculadas pela média das três repetições em cada local.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos através da análise de variância para o rendimento de grãos mostram que houve interação significativa entre locais e genótipos ($P < 0,0001$), o que determinou a necessidade de uma análise de efeito simples do desempenho dos genótipos em cada local de cultivo. O coeficiente de variação (CV) apresentou valores entre 7,35% a 17,37% (Tabela 1). Estes valores mostram que houve uniformidade dentro dos experimentos.

Tabela 1: Médias para o caráter rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de genótipos de soja em quatro locais do Rio Grande do Sul, safra 2014/2015. IRGA/EEA, IRGA/EEA, Cachoeirinha, 2015.

Genótipo	DENS. (² Sem.m ⁻²)	Rendimento de grãos (kg há ⁻¹)				Média
		BG	CACH	PALM	SVP	
TEC 5936IPRO	25	3107 ⁴ ns	4086 cd	2737 bc	3213 abc	3286
TEC 5936IPRO	35	2607 ns	4592 abc	3102 ab	2721 cd	3391
TECIRGA 6070RR	25	3419 ns	4190 bcd	1779 def	2494 d	3103
TECIRGA 6070RR	35	3475 ns	4426 bc	2315 cd	3399 abc	3387
NA 5909RG	25	3249 ns	4208 bcd	3159 ab	3224 abc	3475
NA 5909RG	35	2930 ns	4240 bcd	3341 ab	3010 abcd	3582
BMX Potencia RR	25	2669 ns	5116 a	1287 ef	3382 abc	3029
BMX Potencia RR	35	2993 ns	4736 ab	2154 cd	2883 bcd	3228
CEPsBt 11260	25	3630 ns	4148 bcd	2694 bc	3072 abcd	3327
CEPsBt 11260	35	3433 ns	4229 bcd	3654 a	3704 a	3679
CEPsBt 11289	25	2759 ns	3761 d	1918 de	3117 abcd	2993
CEPsBt 11289	35	3016 ns	3990 cd	2814 bc	3472 ab	3288
CEPsBt 11345	25	3787 ns	4336 bcd	1877de	3696 a	3306
CEPsBt 11345	35	3513 ns	4479 bc	1135f	3584 ab	3036
MÉDIA		3185 B	4320 A	2368 C	3247 B	3294
³ Pr > F		ns	0.0045	<0.0001	0.0284	
¹ CV (%)		17,37	7,35	15,36	10,69	11,58

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade; ¹CV% = Coeficiente de variação; ²Sem.m⁻² = sementes por m²; ³Pr > F = probabilidade; BG - Bagé; CCH - Cachoeirinha; PALM - Palmares do Sul; SVP - Santa Vitória do Palmar; ⁴ns = diferença não significativa a 5% de probabilidade.

Na média de todos os locais a linhagem mais produtiva foi a CEPsBt 11260 em ambas densidades de semeadura de 35 e 25 sementes m⁻¹, com suas respectivas produtividades de (3679 e 3327 kg ha⁻¹) enquanto que a cultivar utilizada como padrão de comparação mais produtiva foi a NA5909RG em ambas densidades de semeadura de 35 e 25 sementes m⁻¹, com suas respectivas produtividades de 3582 e 3475 kg ha⁻¹ (Tabela 1). O local com a maior média de produtividade foi Cachoeirinha com 4320 kg ha⁻¹ (Tabela 1). Neste local os materiais mais produtivos foram BMX Potencia RR (5116 e 4736 kg ha⁻¹) e a linhagem CEPsBt 11345 (4479 e 4336 kg ha⁻¹), apresentando diferença estatística entre ambas.

Nos municípios de Santa Vitória do Palmar e Bagé, a linhagem mais produtiva foi CEPsBt 11260 e o padrão de comparação mais produtivo foi o cultivar TECIRGA 6070 RR com rendimentos de 3704 kg ha⁻¹, 3654 kg ha⁻¹, 3399 kg ha⁻¹ e 3475 kg ha⁻¹,

respectivamente (Tabela 1). Em Palmares do Sul, a linhagem CEPsBt 11260 produziu 3654 kg ha⁻¹, sendo o melhor desempenho entre as linhagens. O cultivar mais produtivo foi o NA 5909 RG com 3341 kg ha⁻¹. Este local foi onde se obteve a menor produtividade média, a maior estatura média de plantas (114 cm), a maior altura média de inserção de dos primeiros legumes (25 cm) e o menor período entre a emergência e o florescimento (42 dias) entre os locais (Tabela 2). Estes resultados podem estar relacionados com o déficit hídrico no período pré floração e início de enchimento de grãos.

Tabela 2: Médias do número de dias da emergência ao florescimento de 50% da parcela e inserção dos primeiros legumes (cm) de genótipos de soja em quatro locais do Rio Grande do Sul, safra 2014/2015. IRGA/EEA, IRGA/EEA, Cachoeirinha, 2015.

GENÓTIPO	DENS. ¹ Sem.m ⁻²	Florescimento (Dias)					Inserção dos primeiros legumes (cm)				
		BG	CCH	PALM	SVP	MÉDIA	BG	CCH	PALM	SVP	MÉDIA
TEC 5936IPRO	25	.	46,0	39,0	51,3	45	15	21	27	20	21
TEC 5936IPRO	35	.	45,0	39,0	51,3	45	14	26	28	21	22
TECIRGA 6070RR	25	.	45,0	41,0	58,0	48	11	16	27	16	17
TECIRGA 6070RR	35	.	43,0	40,3	59,0	47	10	22	27	19	20
NA 5909RG	25	.	43,0	39,0	52,7	45	14	21	25	18	19
NA 5909RG	35	.	43,0	39,0	54,0	45	13	22	24	17	19
BMX Potencia RR	25	.	48,0	47,0	57,0	51	9	15	20	15	15
BMX Potencia RR	35	.	48,0	47,0	56,0	50	11	17	25	16	17
CEPsBt 11260	25	.	47,0	41,0	60,0	49	12	19	24	19	19
CEPsBt 11260	35	.	47,0	41,0	60,0	49	13	20	26	23	20
CEPsBt 11289	25	.	46,0	43,0	58,0	49	13	21	26	22	20
CEPsBt 11289	35	.	46,0	41,0	57,0	48	14	23	24	21	20
CEPsBt 11345	25	.	46,0	43,7	60,0	50	14	19	23	19	18
CEPsBt 11345	35	.	46,0	45,0	60,0	50	15	19	27	20	20
MÉDIA	-		46	42	57	48	12,6	20	25	19	19

¹Sem.m⁻² = sementes por m² ; BG - Bagé; CCH - Cachoeirinha; PALM - Palmares do Sul; SVP - Santa Vitória do Palmar.

Em relação ao florescimento, o local onde apresentou a maior média de número de dias entre a emergência e o florescimento foi o município de Santa Vitória do Palmar (57 dias), pois o fotoperíodo crítico e a temperatura basal variam com a temperatura e o fotoperíodo local, respectivamente (Rodrigues et al., 2001). Os genótipos com maior ciclo foram as duas linhagens CEPsBt 11345 e CEPsBt 112260 com 60 dias, as quais mostraram-se comportamento similar a cultivar TECIRGA 6070 RR, também com 60 dias (Tabela 2).

A pré disposição ao acamamento depende da interação de fatores como condições ambientais favoráveis a produção de massa seca, estatura elevada, alta densidade de semeadura e pré disposição genética. A linhagem CEPBt 11345 apresentou elevada estatura de 122 cm, que contribuiu para o elevado grau de acamamento, com média de 2,7 (Tabela 3) e redução do seu potencial produtivo em Cachoeirinha (Tabela 1).

A linhagem CEPsBt 11260 apresentou a menor estatura média (93 e 96 cm) e as menores notas na avaliação visual médias de acamamento (1,2 e 1,4) entre as linhagens nas densidade de semeaduras de (25 e 35 sementes m⁻¹), respectivamente (Tabela 3), onde em condições de áreas de cultivo de arroz até a nota 2 é considera-se aceitável (

Missio, E. L et al 2010). Com relação a cultivar com menor estatura e menor notas visuais de acamamento, o padrão de comparação NA 5909 RG apresentou os valores (83 e 85 cm) e nota visual média para a variável acamamento (1,0 e 1,1), para as respectivas densidades de semeadura (25 e 35 sementes m⁻¹).

Tabela 3: Médias para o caráter estatura (cm) e acamamento (nota visual de 1-5) de genótipos de soja em quatro locais do Rio Grande do Sul, safra 2014/2015. IRGA/EEA, Cachoeirinha, 2015.

GENÓTIPO	DENS. ¹ Sem.m ⁻²	Estatura (cm)					² Acamamento (1-5)				
		BG	CCH	PALM	SVP	MÉDIA	BG	CCH	PALM	SVP	MÉDIA
TEC 5936IPRO	25	87	101	115	100	101	2,7	1,8	1,2	1,5	1,8
TEC 5936IPRO	35	87	111	123	105	106	2,7	2,0	1,3	1,5	1,9
TECIRGA 6070RR	25	87	105	116	89	99	1,3	1,5	1,3	1,2	1,3
TECIRGA 6070RR	35	83	107	127	101	104	1,0	1,7	1,0	1,5	1,3
NA 5909RG	25	78	85	92	78	83	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0
NA 5909RG	35	72	93	96	81	85	1,0	1,0	1,5	1,0	1,1
BMX Potencia RR	25	79	107	121	98	101	1,3	1,5	1,0	1,2	1,3
BMX Potencia RR	35	84	125	124	99	108	1,3	2,5	1,0	1,3	1,5
CEPsBt 11260	25	86	98	100	87	93	1,0	1,2	1,5	1,0	1,2
CEPsBt 11260	35	84	86	112	102	96	1,0	1,5	1,5	1,5	1,4
CEPsBt 11289	25	67	118	122	104	103	1,7	3,2	1,0	1,2	1,8
CEPsBt 11289	35	85	115	105	104	102	2,0	3,0	1,0	1,3	1,8
CEPsBt 11345	25	95	126	121	112	114	1,7	3,0	1,2	1,5	1,8
CEPsBt 11345	35	88	122	116	100	106	1,0	2,7	1,2	1,3	1,5
MÉDIA		83	107	114	97	100	1,5	2,0	1,2	1,3	1,5

¹Sem.m⁻² = sementes por m²; ²Acamamento Nota visual 1 (ausência) a 5 (totalmente acamado); BG - Bagé; CCH - Cachoeirinha; PALM - Palmares do Sul; SVP - Santa Vitória do Palmar.

CONCLUSÃO

As linhagens e cultivares de soja avaliadas apresentam diferenças significativas, quanto ao rendimento de grãos em diferentes locais no Rio Grande do Sul, mostrando potencial produtivo para cultivo em áreas de rotação com arroz irrigado.

Dentre as linhagens testadas, nestes locais e nesta safra, destaca-se as Linhagens CEPsBt 11260 e CEPsBt 11345 pela sua produtividade média nos locais e suas características agrônômicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Missio, E. L.; Rubin, S. de A. L.; Gabe, N. L.; Ozelame, J. G. Desempenho de genótipos de soja em solo hidromórfico de várzea, **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.16, n.1 e 2, p.23-29, 2010.
- Rodrigues, O.; Didonet, A. D.; Lhamby, J. C. B.; Bertagnolli, P. F.; Luz, J. S. Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 3, p. 431-437, mar. 2001.
- SAS Institute. SAS software, versão 8.0. Cary, 2000.

AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO DE GRÃOS E SEUS COMPONENTES DE DUAS CULTIVARES DE SOJA EM FUNÇÃO DO EXCESSO HÍDRICO EM UM GLEISSOLO

Giordano, C. P. S.¹; Júnior, D.F.U.²; Zanon, A.J.²; Almeida, D.¹; Vian, A.L.¹; Turra, M.A.¹; Jesus, M.H.³; Silva, J.A.³; Bredemeier, C.⁴

Palavras-chave: rendimento de grãos; rotação de culturas; terras baixas.

INTRODUÇÃO

O interesse no cultivo da soja em rotação com arroz irrigado vem crescendo de forma significativa no estado do Rio Grande do Sul. Na safra 2011/12, a área cultivada com a cultura da soja em terras baixas foi de aproximadamente 128 mil hectares, aumentando, na safra 2013/2014, para aproximadamente 320 mil hectares (FEE/RS, 2015).

Esse interesse foi motivado pela possibilidade de diminuição do banco de sementes de plantas daninhas nas lavouras de arroz irrigado, especialmente de arroz-vermelho, além do aumento e diversificação de renda na propriedade rural. Assim, a rotação de culturas em áreas de arroz irrigado se apresenta como uma oportunidade ímpar para recuperar e/ou consolidar a sustentabilidade do processo de produção de grãos neste ambiente (CORREIA, 2013).

A soja vem sendo estudada como alternativa para rotação de culturas em áreas de terras baixas, pois é uma espécie originária de áreas alagadas do norte da China e apresenta variabilidade genética em relação à tolerância ao excesso de umidade no solo (THOMAS & COSTA, 2010). Apesar desta variabilidade, a soja é sensível ao excesso hídrico, sendo que períodos de alagamento do solo causam alterações anatômicas, morfológicas e fisiológicas nas plantas que, na maioria dos casos, levam à redução no potencial produtivo da cultura, sendo o estresse causado pelo excesso hídrico o maior responsável pelas oscilações de rendimento de grãos de soja em solos de terras baixas (THOMAS & LANGE, 2014). Neste contexto, o presente trabalho objetivou estudar a resposta de duas cultivares de soja ao excesso hídrico em solo característico de terras baixas do estado do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento a campo foi realizado na safra 2014/2015, na Estação Experimental do Arroz (EEA) do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), em Cachoeirinha (RS), em solo classificado como Gleissolo háplico distrófico típico, com as seguintes características: argila=19%; $pH_{\text{água}}=5,4$; $P=18,2\text{mg dm}^{-3}$; $K=27,6\text{mg dm}^{-3}$ e matéria orgânica= 13mg g^{-1} .

Foram utilizadas duas cultivares de soja (TEC IRGA 6070 RR e TEC 5936 IPRO, consideradas tolerantes ao excesso hídrico), e dois tratamentos de inundação do solo: testemunha (sem inundação) e com inundação do solo durante quatro dias. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por área de 20 m^2 , constituída por 4 linhas de 5 m de comprimento, espaçadas em 0,5 m. O alagamento, com lâmina de água de aproximadamente 10 cm, ocorreu quando as plantas estavam entre os estádios vegetativos de desenvolvimento V6 – V8. A semeadura foi realizada em 20/11/2014, na densidade de

¹ Eng. Agr., Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, UFRGS - Porto Alegre/RS. E-mail: cecilia.giordano@gmail.com

² Eng. Agr., Pesquisador do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), Cachoeirinha-RS.

³ Acadêmico do curso de graduação da Faculdade de Agronomia, UFRGS - Porto Alegre-RS.

⁴ Eng. Agr., Prof. Adjunto, Departamento de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia, UFRGS - Porto Alegre-RS.

30 sementes aptas m⁻².

Foram avaliados o rendimento de grãos e seus componentes. O rendimento de grãos foi obtido através da colheita de área de 3 m², o que corresponde às duas linhas centrais de cada parcela, descontando-se as duas linhas laterais das bordaduras. Após a trilha, foi determinado o peso de grãos por unidade experimental e extrapolado para rendimento de grãos (em kg ha⁻¹), na umidade de 13%. Os componentes de rendimento analisados foram peso do grão, número de legumes planta⁻¹ e número de grãos legume⁻¹. A determinação do peso do grão foi realizada através da pesagem de três amostras de 50 grãos. O número de legumes planta⁻¹ foi obtido pela contagem de legumes em amostra composta por 10 plantas de cada parcela. O número de grãos legume⁻¹ foi determinado pela divisão do número de grãos pelo número de legumes das 10 plantas coletadas. A incidência de doenças e plantas daninhas foi controlada ao longo do ciclo de desenvolvimento das plantas. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo Teste F (p≤0,05), com auxílio do aplicativo ASSISTAT versão 7.6 (SILVA & AZEVEDO, 2002). Quando houve significância estatística, foi feita comparação entre médias dos tratamentos pelo teste *t*, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao rendimento de grãos, as duas cultivares apresentaram redução no rendimento de grãos em função do excesso hídrico se comparadas às plantas sem estresse. As parcelas sem inundação das cultivares TEC IRGA 6070 e TEC 5936 produziram 4267 e 4546 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 1). Entretanto, quando inundadas por quatro dias, a cv. TEC IRGA 6070 reduziu aproximadamente em 10% o rendimento de grãos, enquanto que a cv. TEC 5936 reduziu em aproximadamente 30%. Apesar de haver variabilidade entre os genótipos na tolerância ao estresse causado pelo excesso hídrico, o potencial de rendimento de grãos é restringido nestas condições (THOMAS & COSTA, 2010).

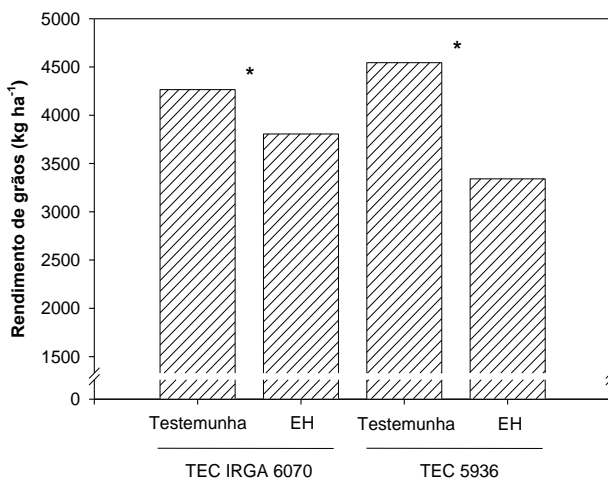


FIGURA 1. Rendimento de grãos de duas cultivares de soja em função do período de inundação (Testemunha: sem inundação; EH: excesso hídrico durante 4 dias).

* Diferença significativa entre os tratamentos dentro de cada cultivar pelo Teste *t* (p<0,05). Cachoeirinha, RS, 2014/2015.

Esse comportamento pode ser explicado pelo menor número de legumes planta⁻¹ na cv. TEC 5936, sendo este o componente do rendimento mais afetado em função da inundação do solo (Tabela 1). Na cv. TEC IRGA 6070, o número de legumes planta⁻¹ não apresentou diferença significativa entre os tratamentos sem e com excesso hídrico. Neste trabalho, em ambas cultivares, o peso do grão foi maior nas plantas submetidas ao excesso hídrico, provavelmente pelo menor número de legumes planta⁻¹ nesta condição, ocorrendo efeito compensatório entre os componentes do rendimento. O componente peso do grão é uma característica determinada geneticamente, mas pode apresentar variações em função do ambiente (THOMAS, 2008). O componente do rendimento grãos legume⁻¹ não variou significativamente em função dos tratamentos.

Tabela 1. Componentes do rendimento de grãos de duas cultivares de soja em função de períodos de inundação.

Cultivar	Testemunha	Excesso hídrico	CV (%) ²
Legumes planta ⁻¹			
----- n° -----			
TEC IRGA 6070	156	99 ns	26,4
TEC 5936 IPRO	75 b	34 a ¹	10,5
Grãos legume ⁻¹			
----- n° -----			
TEC IRGA 6070	2,14	2,19 ns	7,0
TEC 5936 IPRO	2,21	2,33 ns	4,4
Peso do grão			
----- mg -----			
TEC IRGA 6070	110,8 b	134,5 a	2,1
TEC 5936 IPRO	157,6 b	190,6 a	3,3

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente entre si (p>0,01).

²Coeficiente de variação.

ns: não significativo (p>0,05).

Segundo Scott et al.(1989), quando o excesso hídrico ocorre no período vegetativo, como no caso do presente estudo, o crescimento das plantas é mais afetado do que quando o estresse ocorre no período reprodutivo, quando o rendimento de grãos é mais afetado. Entretanto, a planta de soja é considerada sensível ao estresse causado pelo excesso hídrico em todas as fases de desenvolvimento (GITHIRI et al., 2006). Neste caso, o estresse de quatro dias sob excesso hídrico foi suficiente para causar perdas significativas no rendimento de grãos nas duas cultivares testadas.

CONCLUSÃO

As duas cultivares utilizadas neste estudo apresentaram diminuição no rendimento de grão em função do excesso hídrico. Entretanto, a cv. TEC IRGA 6070 RR apresentou redução menos acentuada no rendimento de grãos se comparada à cv. TEC 5936. Sendo o componente do rendimento peso do grão apresentou maior variação em função do alagamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FEE/RS. **Dados Abertos**: Agricultura. Disponível em: <<http://dados.fee.tche.br/>>. Acesso em: dia 15 jun. 2015.
- FEHR, W.; CAVINESS, R. H. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine Max* (L.) Merrill. **Plant Science for a Better World**, Madison, v. 11, n. 6, p. 929-931, 1977.
- GITHIRI, S. M. et al. QTL analysis of flooding tolerance in soybean at an early vegetative growth stage. **Plant Breeding**, Berlin, v. 125, n. 6, p. 613-618, 2006.
- SCOTT, H. D. et al. Flood duration effects on soybean growth and yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 81, n. 4, p. 631-636, 1989.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.
- THOMAS, A. L. Modificações morfológicas na planta de soja como indicadoras da tolerância à inundação. In: REUNIÃO DA PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 36., 2008, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: FEPAGRO, 2008. p. 75.
- THOMAS, A. L.; COSTA, J. A. **Soja: manejo para alta produtividade de grãos**. Porto Alegre: Evangraf, 2010. 248 p.
- THOMAS, A.L. & LANGE, C.E. **Soja em solos de várzea do sul do Brasil**. Porto Alegre: Evangraf, 2014. 128 p.

CALIBRAÇÃO DO MODELO CERES-Rice PARA CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO NO RIO GRANDE DO SUL

Santiago Vianna Cuadra¹, Silvio Steinmetz², Alexandre Bryan Heineman³

Palavras-chave: *Oryza sativa*, fenologia, produtividade

INTRODUÇÃO

O arroz é uma das principais culturas brasileiras, tendo um volume total de produção estável nas últimas duas décadas – entre 10 e 13 milhões de toneladas por safra. As principais variações de produtividade da cultura estão associadas com os elementos climáticos (Steinmetz et al., 2013), de maneira que a aplicação dos modelos de crescimento e produtividade agrícola na compreensão e predição dos impactos das variabilidades climática na produtividade agrícola é de suma importância para o desempenho positivo do setor.

Recentemente, tem havido um crescente uso dos modelos de processo biofísico (ex., CROPGRO, APSIM e Agro-IBIS) para dar suporte ao planejamento e a tomada de decisão na agricultura. Especificamente para a cultura do arroz (*Oryza sativa* L.), os modelos de simulação do crescimento e produtividade ORYZA2000 e CERES-Rice vêm sendo utilizados nas últimas décadas em diversas regiões do globo na avaliação dos impactos dos estresses associados às oscilações climáticas na cultura (e.g., Heinemann et al., 2015).

No presente trabalho são apresentados os resultados referentes a calibração do modelo CERES-Rice/DSSAT para quatro cultivares cobrindo os principais grupos de maturação utilizados comercialmente no Estado do Rio Grande do Sul, maior estado produtor do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

No presente estudo, as simulações foram realizadas com o modelo CERES-Rice através da plataforma DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer, Jones et al., 2003). O DSSAT destaca-se como uma das principais plataformas de modelagem de culturas agrícola, incluindo modelos de simulação de mais de 28 culturas, em uso no Brasil e no mundo. O modelo CERES-Rice simula o crescimento, desenvolvimento e produtividade da cultura do arroz, considerando o crescimento em uma área uniforme sob condições prescritas ou simuladas de manejo, assim como os ciclos da água, do carbono e do nitrogênio no sistema solo-planta-atmosfera que ocorrem sob o sistema de cultivo ao longo do tempo. O modelo CERES-Rice foi calibrado e validado para quatro cultivares com ciclo de desenvolvimento distintos, entre os principais grupos de maturação (Muito Precoce, Precoce, Médio I e Médio II).

Os dados observados utilizados nesse trabalho foram coletados em cinco safras agrícolas, de 2004/05 a 2008/09, para as cultivares BRS ATALANTA, muito precoce, de 101 a 105 dias; BRS QUERÊNCIA, precoce, de 106 a 110 dias; BR- IRGA410, médio I, de 121 a 130 dias e BRS 7 TAIM, médio II, de 131 a 135 dias, de acordo com Steinmetz et al. (2014). Para cada safra, as referidas cultivares foram semeadas em seis diferentes datas, de acordo com o Zoneamento Agrícola de Risco Climático (<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/>) para a região de Pelotas, RS, envolvendo um total de ~ 30 experimentos para cada cultivar (5 safras x seis épocas de semeadura). As datas de semeadura variaram quinzenalmente a partir da primeira quinzena de outubro, com a última semeadura ocorrendo na segunda quinzena de dezembro. Para todos os experimentos foram observadas as datas dos estádios fenológicos, segundo escala de Counce et al. (2000), e determinado o rendimento e seus componentes (esterilidade de espiguetas, peso de 100 grãos e número de

^{1,2}Doutor, Pesquisador do Laboratório de Agrometeorologia Embrapa Clima Temperado, BR 392, km 78, Pelotas – RS, email: santiago.cuadra@embrapa.br

³Doutor, Pesquisador Embrapa Arroz e Feijão

panículas). Os experimentos foram conduzidos na Estação Experimental de Terras Baixas (ETB), da Embrapa Clima Temperado, município de Capão do Leão – RS. O solo local é classificado como Planossolo Háplico Eutrófico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 apresenta o número de dias dos ciclos das cultivares (emergência a maturação) observado (proveniente dos experimentos) e simulado pelo modelo CERES-Rice de acordo com as datas de semeadura. As cultivares de ciclos mais curto, BRS Atalanta e BRS Querência (Figura 1a,b), apresentaram uma diminuição gradual no comprimento do ciclo para datas de semeadura no início de outubro (1ª data de semeadura) a meados de dezembro (6ª data de semeadura); . Esse padrão é resultado da maior exposição das cultivares ao período mais quente do ano, concentrado nos meses de verão (de dezembro a fevereiro) para as datas de semeadura mais tardias. Já as cultivares de ciclo mais longo, como evidente para cultivar BRS 7 Taim (Figura 1d), apresentaram maior comprimento do ciclo para as primeiras datas, assim como as mais tardias. Esse padrão é resultado da exposição dessas cultivares a temperaturas mais baixas no início do ciclo para as primeiras datas de semeadura (outubro), assim como no fim do ciclo (entre março e abril) quando semeadas no mês de dezembro (6ª data de semeadura). O modelo apresentou habilidade em simular tais padrões de variação para todas as datas de semeadura.

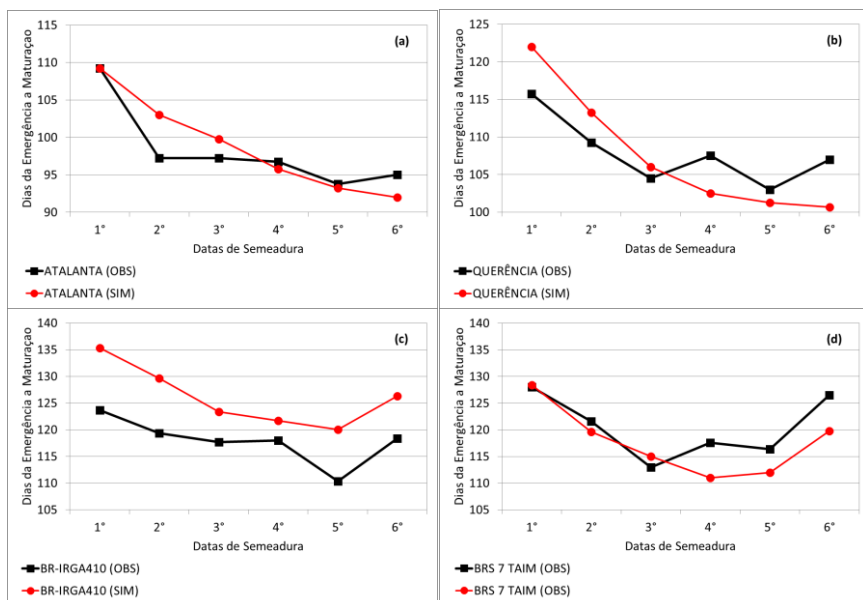


Figura 1. Valores observados e simulados do comprimento médio do ciclo, safras de 2004/05 a 2008/09, em função das datas de semeadura para as cultivares: (a) BRS ATALANTA (ciclo muito precoce), (b) BRS QUERÊNCIA (ciclo precoce), (c) BR-IRGA-410 (ciclo médio I) e (d) BRS 7 TAIM (ciclo médio II).

No geral, as produtividades simuladas apresentaram valores superiores para as datas iniciais de semeadura e redução para as últimas datas de semeadura, em dezembro. Os mais altos valores de produtividade simulada e observada foram quando a fase de enchimento de grãos ocorreu nos meses de dezembro e janeiro, em que são observados os máximos valores de radiação solar global. Quando a cultura é semeada nas datas mais tardias, em particular para as cultivares de ciclo médio (Figura 2c,d), a fase reprodutiva ocorreu entre os meses de março e abril, no qual os valores de radiação solar são inferiores. Adicionalmente, para as datas tardias de semeadura (dezembro) a produtividade é frequentemente depreciada em função da ocorrência de temperaturas mínimas abaixo de 15 °C durante a fase reprodutiva, associadas a esterilidade de espiguetas por frio (Satake, 1976; Steinmetz et al., 2009; 2012). O modelo simulou coerentemente as médias de produtividade e também a tendência de decréscimo para semeaduras tardias. A principal exceção foi a cultivar BRS Querência, no qual o modelo apresentou inflexão da curva de resposta oposta à observada, porém, as tendências de redução e os valores médios de produtividade simulados são próximos ao observado.

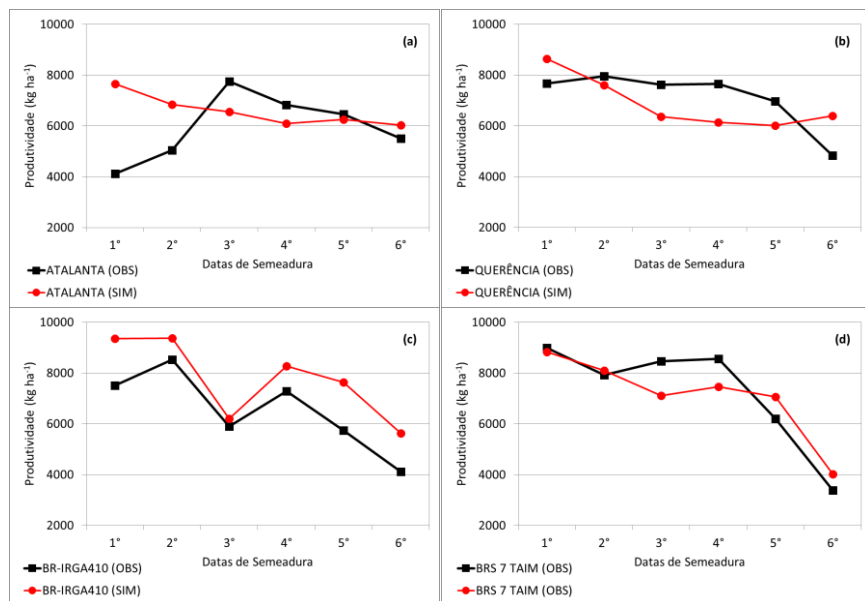


Figura 2. Valores observados e simulados de produtividade média, safras de 2004/05 a 2008/09, em função das datas de semeadura para as cultivares: (a) BRS ATALANTA (ciclo muito precoce), (b) BRS QUERENCIA (ciclo precoce), (c) BRS IRGA-410 (ciclo médio I) e (d) BRS TAIM (ciclo médio II).

CONCLUSÕES

Após ajustar os coeficientes genéticos associados ao modelo CERES-Rice/DSSAT, o modelo foi capaz de simular com grande habilidade as variações do comprimento do ciclo das diferentes cultivares em função das datas de semeadura. A produtividade média observada e sua variabilidade, de acordo com as datas de semeadura, foram simuladas de forma adequada pelo modelo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Processo: 474881/2013-0) e ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) pela cedência dos dados meteorológicos históricos utilizados neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COUNCE et al. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. *Crop Science*, Madison, v. 40, n. 2, p. 436-443, Mar./Apr. 2000.
- HEINEMANN, A. B. et al. Variation and impact of drought-stress patterns across upland rice target population of environments in Brazil. *Journal of Experimental Botany*, v. 11, p. 1-14, 2015.
- JONES, J.W. et al. The DSSAT cropping system model. *European Journal of Agronomy*, v. 18, p. 235-265, 2003.
- SATAKE, T. Sterile-type cool injury in paddy rice plants. In: **INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE**. Climate and rice, Los Baños, Philippines, 1976. P. 281-300.
- STEINMETZ et al. Produtividade de cultivares de arroz irrigado em função da época de semeadura. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 23 p (Embrapa Clima Temperado. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 111).
- STEINMETZ et al. Caracterização e mapeamento do risco de frio durante o período reprodutivo do arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. 24 p (Embrapa Clima Temperado. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 175).
- STEINMETZ et al. Estimativa da produtividade de arroz irrigado em função da radiação solar global e da temperatura mínima do ar. *Ciência Rural*, v. 43, n. 2, p. 206-211, fev, 2013.
- STEINMETZ et al. GD Arroz: programa baseado em graus-dia para estimar a data de diferenciação da panícula visando a adubação nitrogenada em cobertura. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014. 12 p (Embrapa Clima Temperado. **Circular Técnica**, 155).

CARACTERIZAÇÃO DE MICRONUTRIENTES DO SOLO E PRODUTIVIDADE DO ARROZ EM SUCESSÃO À ADUBAÇÃO VERDE E ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA EM PLANTIO DIRETO*

Michelle Traete Sabundjian¹; Vagner do Nascimento¹ Orivaldo Arf ²; Marlene Cristina Alves²; Paulo Ricardo Teodoro da Silva³; Epitácio José de Souza¹; João Pedro Scrociato³; Eder de Souza³; Flávia Constantino Meirelles³

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., descompactação, Cerrado, cobertura vegetal

INTRODUÇÃO

Sabe-se que a adoção do Sistema Plantio Direto (SPD) promove uma compactação superficial ao longo dos anos, e, julga-se necessária a realização de uma descompactação mecânica após algum tempo devido a preocupação com as características do solo relacionadas à influência da disponibilidade de água e nutrientes às raízes. Assim, o ensaio objetivou avaliar a influência da descompactação mecânica (DM) através da escarificação do solo e a utilização de plantas de cobertura (PC), na produtividade de grãos do arroz cultivado em sucessão e a influência desse sistema na dinâmica micronutrientes do solo

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido em área experimental da UNESP – Campus de Ilha Solteira em 2012/13, localizada no município de Selvíria, MS, em um Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa, com altitude local de 335 m. Os valores médios anuais de precipitação anual, temperatura e umidade relativa do ar são, respectivamente, 1.370 mm, 23,5°C e 66%. A área do trabalho encontra-se nesse sistema há 12 anos.

Para análise química foi coletada uma amostra composta, originada de 20 amostras simples deformadas do solo, nas camadas estratificadas de 0,00-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m. Já para a análise física foram retiradas amostras indeformadas de solo em 10 pontos aleatórios, nas camadas supracitadas, por meio de anéis volumétricos com volume de 10⁻⁴ m³ (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo da área experimental, nas camadas estudadas, antes da instalação do experimento, Selvíria, MS, 2012.

	Atributos químicos							Atributos físicos				
	P	M.O.	pH	K	Ca	Mg	Al	V	Ma	Mi	PT	Ds
Prof. (m)	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	-----	(mmol _c dm ⁻³)	-----	-----	%	-----	m ³ m ⁻³	-----	Mg dm ⁻³
0,00-0,05	29	24	5,9	3,5	41	25	0	79	0,08	0,36	0,44	1,49
0,05-0,10	6	17	4,9	1,8	17	12	2	48	0,06	0,35	0,41	1,56
0,10-0,20	38	15	4,5	1,3	10	7	6	33	0,07	0,35	0,42	1,54
0,20-0,40	7	13	4,8	1,4	10	8	2	40	0,10	0,36	0,46	1,42

Prof.(m): profundidade do solo (metro); P: fósforo disponível (resina); M.O.: Matéria orgânica; K, Ca, Mg e Al trocáveis; V(%): saturação por bases; Ma: Macroporosidade, Mi: Microporosidade; PT: Porosidade Total e Ds: Densidade do solo.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 5x2

*Trabalho desenvolvido com auxílio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP.

¹ Doutorandos do Curso de pós-graduação em Agronomia da UNESP – Ilha Solteira, Av. Brasil, 56 (Centro), Ilha Solteira (SP), E-mail: michelletraete@hotmail.com

² Professores da UNESP – Ilha Solteira.

³ Graduandos e Mestrando da UNESP – Ilha Solteira

O cultivo do arroz foi em sucessão a PCs conduzidas na primavera de 2012 foi realizado em 13/11/2012, usando o cultivar IAC 203, com espaçamento de 0,35 m entrelinhas, sendo conduzido de dezembro a março, sob irrigação por aspersão. A colheita manual das parcelas foi realizada aos 113 DAE e sua produtividade foi realizada através da pesagem dos grãos, provenientes da área útil das parcelas, corrigindo-se a umidade para 13 % e convertendo em kg ha⁻¹. Após a colheita do arroz, em março de 2013, foram coletadas amostras compostas deformadas de solo. Posteriormente foram submetidas à análise de teores de boro (água quente), cobre, ferro, manganês e zinco pelo método do DTPA, conforme metodologia proposta por Raij et al. (2001). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nas camadas estudadas (Tabela 2), verificou-se que a DM do solo influenciou nos teores de Fe, Fe e Mn do solo. De maneira geral, observaram-se valores superiores nos teores de Fe (15,80 mg dm⁻³) e Mn (32,27 mg dm⁻³) em SPD, com exceção do Cu (4,12 mg dm⁻³) na camada de 0,00-0,05 m, Mn (32,27 mg dm⁻³) na camada de 0,20-0,40 m. Nas PCs, o destaque maior foi para o cultivo antecessor de *Urochloa* que promoveu incremento no teor de Cu (4,28 mg dm⁻³) e Mn (33,78 mg dm⁻³) na camada de 0,10-0,20 m do solo.

Os resultados dos teores de micronutrientes (Tabela 2 e Figura 1) encontrados neste trabalho são considerados baixos ($0-0,20 \text{ mg dm}^{-3}$) para B, altos para Cu, Fe e Mn ($> 0,08$, > 12 , $> 5 \text{ mg dm}^{-3}$, respectivamente), e médios ($0,6 - 1,2 \text{ mg dm}^{-3}$) para Zn de acordo com Raj et al. (1997).

Tabela 2. Valores médios de micronutrientes do solo, nas camadas estudadas, após descompactação mecânica do solo em 2012, cultivos de plantas de cobertura e arroz em sistema plantio direto, sob irrigação por aspersão, Selvíria, MS, 2012/13.

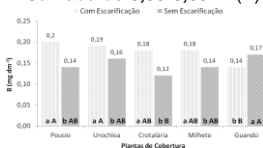
Camada de 0,00-0,05 m											Camada de 0,05-0,10 m				
B	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Fe	Mn	Zn						
a.q.	-----	DTPA	-----		a.q.	-----	DTPA	-----							
----- mg dm ⁻³ -----															
Descompactação mecânica do solo (DM)															
Sem	0,15 ^{ns}	4,12 b	13,05 ^{ns}	42,59 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,18 ^{ns}	4,75 ^{ns}	15,80a	38,43 ^{ns}	0,72 ^{ns}					
Com	0,18	4,34 a	12,10	41,05	0,92	0,17	4,56	14,20b	35,70	0,76					
Plantas de cobertura (PC)															
POU	0,17	4,35	13,63	46,05	0,99	0,17	4,61	15,50	38,85	0,78					
URO	0,18	4,29	12,25	40,15	0,86	0,19	4,80	15,00	38,58	0,74					
MIL	0,16	4,08	12,13	43,39	0,92	0,18	4,79	14,88	34,35	0,75					
CRO	0,15	4,31	12,38	40,65	0,99	0,18	4,54	14,75	38,74	0,70					
GUA	0,16	4,13	12,50	38,85	0,85	0,17	4,53	14,88	34,79	0,74					
DMS (5%)															
DM	--	0,1450	--	--	--	--	--	0,6053	--	--					
CV(%)	11,97	5,28	8,96	6,91	12,83	10,14	4,72	6,22	9,36	18,95					
Camada de 0,10-0,20 m					Camada de 0,20-0,40 m										
Descompactação mecânica do solo (DM)															

Sem	0,20 ^{ns}	4,03 ^{ns}	14,55 ^{ns}	32,27 a	0,53 ^{ns}	0,17 b	2,94 ^{ns}	9,25 ^{ns}	20,10b	0,23 ^{ns}
Com	0,20	4,03	12,95	29,07 b	0,53	0,19 a	2,92	9,55	22,59a	0,20
Plantas de cobertura (PC)										
POU	0,21	4,06ab	13,00	29,93ab	0,63	0,19	3,16	9,38	21,09	0,24
URO	0,20	4,28 a	15,25	33,78 a	0,58	0,19	2,96	10,38	22,43	0,20
MIL	0,20	3,96ab	13,13	29,66ab	0,38	0,17	2,51	8,75	21,05	0,16
CRO	0,20	3,91 b	14,13	33,05ab	0,64	0,18	2,98	8,88	22,31	0,28
GUA	0,18	3,91 b	13,25	26,91 b	0,43	0,17	3,04	9,63	19,84	0,18
DMS (5%)										
DM	--	--	--	3,008	--	0,0127	--	--	1,813	--
PC	--	0,337	--	6,771	--	--	--	--	--	--
CV(%)	9,78	5,73	7,97	15,12	22,21	10,86	8,82	13,64	13,09	41,49

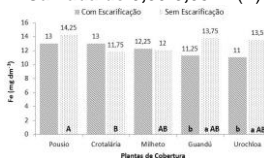
Médias seguidas de mesma letra, para DM e PC, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 %. ^{ns} Não significativo. POU- Pousio; URO-Urochloa ruziziensis; MIL-Milheto; CRO-Crotalária; GUA-Guandú; a.q.: água quente.

Analisado o desdobramento da interação para os teores de B, Fe, Mn e Zn do solo, na camada de 0,00-0,05 m (Figura 1, A, B e C), merece destaque o cultivo anterior de *Urochloa* em SPD, que promoveu maior reciclagem e liberação de B e Mn (0,19, 44,4 mg dm⁻³), respectivamente, na solução do solo em relação as demais PCs. Para o teor de Fe, na DM dentro de PC, observa-se que o solo sob guandú e pousio, em SPD, apresentaram maiores teores de Fe, oscilando entre 13,75 a 14,25 mg dm⁻³, em relação as demais PCs, porém considerados altos, conforme Raji et al. (1997). No desdobramento da interação para os teores de Cu e Mn do solo, na camada de 0,05-0,10 m (Figura 1, D e E), para PC dentro de DM e desta dentro de PC, merece destaque o cultivo anterior de *Urochloa* e milheto, em SPD que promoveram maior reciclagem e liberação de Cu e Mn no subsolo em relação às demais PCs, porém não diferindo do pousio em SPD, nesta camada de solo. Porém para o desdobramento da interação para os teores de Fe e Zn do solo, na camada de 0,10-0,20 m (Figura 1, F e G), para PC dentro de DM e desta dentro de PC, merece destaque o cultivo anterior de *Urochloa*, em SPD que promoveram maior reciclagem. Já para a camada de 0,20-0,40 observou-se que o teor de Cu apresentou melhores resultados em sucessão ao guandú em SPD, não diferindo do pousio (SPD). Contudo no desdobramento da interação para MS da parte aérea das PCs (Figura 2, L), o cultivo anterior de milheto, independente da escarificação, promoveu maior produtividade de MS. As taxas diárias de acúmulo de produtividade de MS (68 DAS) das PCs foram: milheto (192 kg ha⁻¹), *Urochloa* (155 kg ha⁻¹), guandú e crotalária (142 kg ha⁻¹). Analisando o desdobramento da interação para MS da parte aérea das PCs (Figura 2 L), para PC dentro de DM, verificou-se que o cultivo anterior de milheto (13,64 Mg ha⁻¹), *Urochloa* (11,84 Mg ha⁻¹) e guandú (11,14 Mg ha⁻¹) com escarificação e da crotalária (11,46 Mg ha⁻¹) em SPD apresentaram maior produção de MSPA. Na DM dentro de PC, verificou-se que o solo sob milheto (com e sem) escarificação e sob crotalária em SPD proporcionaram maior produção de MSPA. As taxas diárias de acúmulo de produção MSPA (68 DAS) das PC foram: milheto (193 kg ha⁻¹), *Urochloa* (154 kg ha⁻¹), guandú e crotalária (143 kg ha⁻¹). A escarificação e PCs influenciaram significativamente na produtividade do arroz (Figura 2, I e J). O escarificador proporcionou incremento de produtividade da ordem de 552 kg ha⁻¹ em relação ao SPD. Nas PCs, verificou-se que o guandú (5.614 kg ha⁻¹) proporcionou incremento na produtividade do arroz em relação ao milheto (4.154 kg ha⁻¹) e *Urochloa* (4.284 kg ha⁻¹).

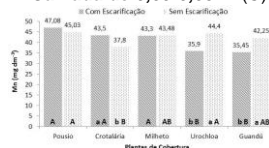
Camada de 0,00-0,05 m (A)



Camada de 0,00-0,05 m (B)



Camada de 0,00-0,05 m (C)



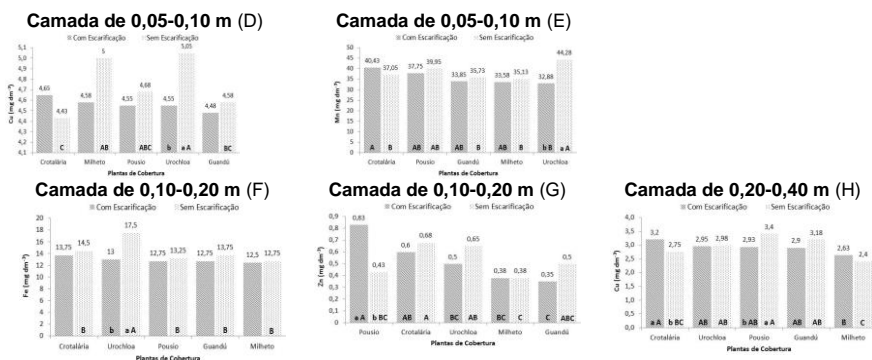


Figura 1. Desdobramento das interações significativas para os teores de micronutrientes do solo, nas camadas 0,00-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m. Médias seguidas de mesma letra minúscula, Selvíria, MS, 2012/13.

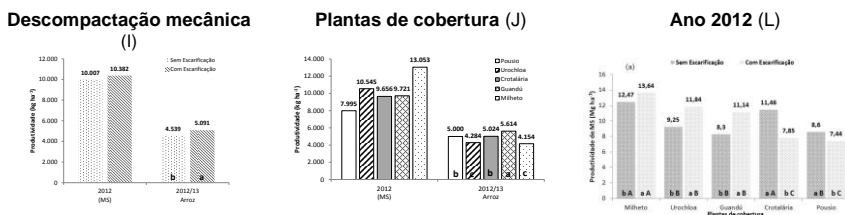


Figura 2, I e J. Valores médios de massa seca (MS) de parte aérea das plantas de cobertura (PC) e produtividade de grãos do arroz. CV(%) = 7,09 e 7,57 Selvíria, MS, 2012/13. Figura 2, L. Desdobramento da interação para produtividade de MS da parte aérea das PCs, após descompactação mecânica (DM) do solo em SPD. Selvíria, MS, 2012.

Esses resultados advêm do potencial do guandú para produção de MS de $9,7 \text{ Mg ha}^{-1}$ e acúmulo de $196,3 \text{ kg ha}^{-1}$ de N na parte aérea que proporcionou reciclagem e liberação de nutrientes para o arroz

CONCLUSÃO

A *Urochloa ruziziensis* em SPD promoveu maior incremento de Fe, Mn e B do solo, na camada de 0,00-0,05 m, Mn e Cu na camada de 0,05-0,10 m e Zn e Fe na camada de 0,10-0,20 m e a utilização de *Urochloa* e guandú, em SPD promoveu maior incremento nos teores de Cu do solo, na camada de 0,20-0,40 m; A DM do solo e o guandú proporcionaram incrementos na produtividade de grãos do arroz em sucessão.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pela concessão da bolsa de doutorado ao segundo autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- RAIJ, B. van. et al. (ed.) **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, SP: Instituto Agronômico Campinas, 2001.
- RAIJ, B. van. et al. (ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas, SP: [s.n.], 1997. (Boletim Técnico, 100).

CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE ARROZ EM SISTEMA ALAGADO CONSTRUÍDO (SAC) UTILIZANDO ÁGUA RESIDUÁRIA DA PECUÁRIA LEITEIRA

Felipe Cipriano da Silva¹; Gilda Vieira de Almeida¹; Antônio Carlos Faria de Melo¹; Jeferson Benigno Paula de Melo²; Leonardo Duarte Batista da Silva³; Camila Pinho³.

Palavras chaves: *wetland*, *Oryza sativa*, água residuária.

INTRODUÇÃO

Pesquisas realizadas pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada -Cepea-Esalq/USP (2015) mostram que a crescente produção de leite no Brasil, apesar das dificuldades financeiras do setor devido aos preços baixos pagos no mercado pelo produto, continua sendo uma das mais importantes e tradicionais atividades econômicas do país.

A permanência do Brasil como o quinto produtor mundial de leite (Cepea-Esalq/USP, 2015) prevê maiores cuidados em relação aos efluentes gerados pela pecuária de leite. A maioria das unidades produtoras de leite armazenam seus efluentes em lagoas e lançam esses resíduos diretamente no solo ou em corpos hídricos sem qualquer tratamento.

Formados principalmente por urina, fezes, detergentes provenientes da limpeza, resíduos de leite e água de lavagens, os efluentes gerados em espaços limitados como as salas de ordenhas, concentram altas taxas de matéria orgânica e de nutrientes como nitrogênio e fósforo, apontados como principais causadores de poluição ambiental (Pelissari et al., 2013).

Para regulamentar o destino de até 40 litros de efluente por animal ordenhado/dia (Mantovi et al., 2003), o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) definiu nas diretrizes para gestão de poluentes, a adoção de tecnologias que priorize as práticas de gestão de efluentes que visem o uso eficiente da água, a aplicação de técnicas para melhoria da qualidade de efluentes gerados e, sempre que possível, o reuso dos seus componentes (CONAMA, 2011).

Dentre as tecnologias utilizadas no tratamento de efluentes, o Sistema Alagado Construído (SAC) se destaca por se apropriar de processos naturais e ter demonstrado boa adaptação aos mais variados cenários de alta carga orgânica como efluentes de matadouros, laticínios, confinamentos, entre outros (Silva & Roston, 2010). No SAC um sistema substrato-planta-microrganismo associados é simulado em um ambiente aquático para depuração de resíduos orgânicos (Vymazal, 2014).

A vegetação nos SACs comumente utilizadas são macrófitas aquáticas com função de remover nutrientes da água residuária, transferir oxigênio para o substrato, servir de suporte (rizomas e raízes) para o crescimento de biofilme de bactérias, além de melhorar a permeabilidade do substrato e a estética do ambiente (Fia et al., 2009).

Na busca de identificar alternativas para substituir a função desempenhada pelas macrófitas e incrementar valor produtivo ao ambiente do SAC, o arroz se destaca por ser uma cultura que se cultiva, principalmente, em ecossistema de várzeas.

Dessa forma o presente trabalho pretende avaliar o crescimento e desenvolvimento, além da eficiência na remoção de nitrogênio e fósforo de plantas de arroz ao longo de uma estação piloto de tratamento de água residuária da pecuária de leite.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na área experimental do Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), também conhecida como “Fazendinha Agroecológica” localizada no

¹ Discente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental (PGEAAmb), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica/RJ, Brasil. felcypriano@yahoo.com.br.

² Discente do curso de Agronomia/UFRRJ.

³ Professor(a) do Departamento de Engenharia, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica/RJ, Brasil.

município de Seropédica (latitude 22°48'00"S; longitude 43°41'00"W; altitude de 33 metros), RJ/Brasil, no período compreendido entre junho e novembro de 2014.

A água residuária, obtida do estábulo do SIPA, foi captada e conduzida por gravidade até um tanque de sedimentação de 5,0 m³ construído em alvenaria. Neste estágio, grande parte dos sólidos é decantado e as partículas de tamanho reduzido, que permanecem em suspensão, seguem para o SAC passando por dois filtros em série. O primeiro, de fluxo ascendente, foi construído utilizando como material filtrante pedra brita nº1 colocada em uma caixa d'água de mil litros, e o segundo, foi composto por colmos de bambu triturado e peneirado e inserido entre duas camadas de brita nº1. O emprego do bambu como meio filtrante está associado ao fato da existência abundante deste material no SIPA e porque apresenta alta eficiência de remoção de sólidos, conforme apresentado por Francisco et al. (2011).

O SAC do tipo horizontal com fluxo subsuperficial com capacidade de 500 L de efluente dia⁻¹, foi construído em alvenaria com uma área superficial de 4 m² e impermeabilizado com lona de PVC de 0,5 mm de espessura e preenchido com uma camada de brita nº1 até a altura de 0,4 m, adicionado de uma camada superficial de areia de 0,05 m, para fixação da cultura do arroz (*Oryza sativa*).

Para avaliar os teores residuais de nitrogênio e fósforo ao longo do sistema, o SAC foi dividido em quatro setores (S) com 1,0 m de comprimento de forma que S₁ correspondeu a porção de entrada e S₄ a de saída do efluente. As plantas de arroz da variedade SCS116 Satoru, foram transplantadas no estágio V₃ (SOSBAI, 2013) sobre o leito de areia somando 35 plantas por bloco.

A cultura foi conduzida até o ponto de teor de umidade do grão de 18 a 22%, determinado pelo método direto de estufa. Os setores tiveram 5 plantas coletadas aleatoriamente (repetições), a partir da consideração da bordadura, para realização das avaliações de altura de planta (AP), comprimento de raízes (CR), número de espiguetas por panícula (EP), peso de mil grãos (P1000), massa seca da parte aérea (MSA), massa seca das raízes (MSR).

Foram comparados, em delineamento inteiramente casualizado, com 5 repetições, os quatro setores do SAC. Os resultados foram submetidos à análise da variância (p≤0,05); em sendo os efeitos significativos, as médias obtidas foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade (Machado e Conceição, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, são apresentados os resultados obtidos referentes as medições de crescimento e desenvolvimento vegetativo da cultura do arroz nos quatro setores do SAC.

Tabela1. Valores médios de desenvolvimento vegetativo de plantas de arroz (*Oryza sativa*) cultivadas em setores (S₁, S₂, S₃, S₄) enumerados a partir da entrada do fluxo do efluente de pecuária leiteira em sistema alagado construído (SAC).

Setor	AP (cm)	CR (cm)	EP (un)	P1000 (g)	MSA (g)	MSR (g)
S ₁ (0 a 1 m)	93,4 a	27,4 b	142,7 a	22,1 a	149,7 a	395,1 a
S ₂ (1 a 2 m)	91,2 a	29,2 ab	133,4 a	21,9 a	131,0 a	185,0 b
S ₃ (2 a 3 m)	94,4 a	30,0 ab	88,6 b	23,1 a	146,1 a	200,4 b
S ₄ (3 a 4 m)	91,3 a	33,9 a	84,2 b	22,4 a	147,1 a	183,1 b
CV (%)	2,75	9,63	20,91	7,73	18,01	27,33

AP - comprimento da planta, CR - comprimento de raízes, EP - espiguetas por panícula, P1000 – peso médio de mil espiguetas, MSA - matéria seca da parte aérea, MSR – matéria seca das raízes.

Conforme os dados de desenvolvimento vegetativo, verificou-se maior produção de espiguetas por panículas (EP) em S₁ e S₂ quando comparados com os demais setores do SAC. Foi possível notar também que o comprimento das raízes (CR) foi menor conforme aumenta a distância das plantas da extremidade de entrada do efluente no SAC e que as plantas localizadas no primeiro setor, apresentaram maior incremento de matéria seca (MSR)

nas raízes, apesar do menor comprimento. Os valores de comprimento de planta (CP), peso médio de 1000 espiguetas (P1000) e massa seca da parte aérea (MSA) não apresentaram diferenças significativas nas médias entre os setores do SAC.

Na Tabela 2 estão apresentadas as análises químicas do afluente e efluente no SAC. Foram observadas diferenças significativas entre a entrada e a saída do SAC em todos os parâmetros avaliados, com exceção do nitrato e pH. Os valores de extração de nitrogênio total e fósforo, mostram uma redução nos níveis dos dois componentes na saída do SAC, respectivamente em 29 e 12%. Dos compostos nitrogenados, se destaca a amônia com redução de 34%. A remoção de amônia se deve ao fato da cultura de arroz ter preferência pelo íon amônio, podendo absorver até 100 kg ha⁻¹ durante o ciclo (SOSBAI, 2013; Holzschuh et al., 2011). Outra explicação da remoção de nitrogênio do sistema é a captura deste nutriente pela biomassa (Saeed et al., 2012). A DBO foi menor na saída mostrando que houve um consumo na quantidade de oxigênio do efluente devido a ação da decomposição microbiana que oxida a matéria orgânica para forma inorgânica estável.

Tabela 2. Análises químicas do afluente e efluente no SAC.

Análises	Entrada*	Saída Corrigida*	Fator de Concentração**
Amônia (mg L ⁻¹)	38,27 a	25,13 b	1,05
Nitrato (mg L ⁻¹)	2,27 a	2,17 a	1,05
Nitrito (mg L ⁻¹)	0,17 a	0,12 b	1,05
Nitrogênio Total (mg L ⁻¹)	52,45 a	37,17 b	1,05
DBO (mg L ⁻¹)	225,00 a	140,24 b	1,05
Fósforo (mg L ⁻¹)	19,13 a	16,77b	1,05
pH	6,75 a	6,78 a	---

*Valores obtidos através da média de quatorze análises realizadas. ** Utilizado para corrigir os valores encontrados na saída do SAC. Obtido a partir da divisão do volume de entrada pelo volume de saída, descontando o valor de evapotranspiração da cultura.

Comparando os resultados entre os níveis de entrada e saída de nitrogênio do SAC com os valores de desenvolvimento vegetativo podemos observar que a maior concentração de compostos nitrogenados e de fósforo podem ter estimulado a produção de raízes que absorveram em maior quantidade esses nutrientes. É possível inferir também que as formas de nitrogênio absorvidas, embora estimulem estágios vegetativos, induziu a produção de espiguetas por panículas.

CONCLUSÃO

A planta de arroz possui potencial para substituir as macrófitas aquáticas usadas em sistemas de alagado construído por agregar nível produtivo a este sistema e remover teores de nitrogênio e fósforo com potencial poluente.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio financeiro concedido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes e Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro - Faperj.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – Esalq/USP, Boletim do leite. Ano 21 nº 239, p. 8, abril-2015. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/leite/boletim/239.pdf>>. Acesso em: 30 de maio de 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 430**, de 13 de maio de 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>>. Acesso em: 31 de maio de 2015.

FERREIRA, D. C. Pós-tratamento de água residuária da suinocultura em sistemas alagados construídos combinados. Lavras: UFLA, 2012.

FIA, R. et al. Desempenho agrônômico de aveia e azevém cultivados em sistemas de alagados construídos utilizados no tratamento de águas residuárias do processamento dos frutos do cafeeiro. VI Simpósio de pesquisa dos cafés do Brasil. Vitória, 2009.

FRANCISCO, J. P. et al. Desempenho de filtros orgânicos no tratamento de água residuária de bovinocultura de leite. **Cadernos de Agroecologia**, v.6, p.1-5. 2011.

HOLZSCHUH, M. J. et al. Absorção de nutrientes e crescimento do arroz com suprimento combinado de amônio e nitrato. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 35, p1357-1366, 2011.

MACHADO, A. A.; CONCEIÇÃO, A. R. **WinStat – Sistema de Análise Estatística** para Windows versão 1.0. Universidade Federal de Pelotas, 2007

MANTOVI, P. et al. Application of a horizontal subsurface flow constructed wetlands on treatment of dairy palor wastewater. **Bioresource Technology**, v.88, p.85–94, 2003.

PELISSARI, C. et al. Wetlands construídos de fluxo vertical empregado no tratamento de efluente de bovinocultura Leiteira. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, V.1, n.2, p.223-233, 2013.

SAEED, T.; SUN, G. A review on nitrogen and organics removal mechanisms in subsurface flow construed wetlands: Dependency on evironmental parameters, operating conditions and supporting media. **Journalof Environmental Management**. v. 112, p. 429-448, 2012.

SILVA, E. M.; ROSTON, D. M. Tratamento de efluentes de sala de ordena de bovinocultura: lagoas de estabilização seguidas de leito cultivado. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.1, p. 67-73. Jan/fev. 2010.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Porto Alegre, p.188, 2013.

YYMAZAL, J. Constructed wetlands for treatment of industrial wastewasters: A review. **Ecological Engineering**, v. 73, p. 724-751, 2014.

CRESCIMENTO INICIAL DE DUAS CULTIVARES DE ARROZ EM RESPOSTA A APLICAÇÃO DE EXTRATO DE CENOURA E CLORETO DE SÓDIO

Lariza Benedetti¹; Cristina Copstein Cuchiara²; Ítalo Lucas de Moraes¹; Gabriele Espinel Ávila¹; Cristiane Deuner³; Diogo da Silva Moura¹; Giovana Helena Nahira Fülber Correa⁴; Sidnei Deuner⁵

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., *Daucus carota* L., salinidade, germinação, biomassa.

INTRODUÇÃO

A atual população mundial de 7,2 mil milhões está projetada para crescer cerca de 1 milhão nos próximos 12 anos e alcançar cerca de 9,6 mil milhões em 2050, de acordo com um relatório lançado pelas Nações Unidas (UNRIC BRUSSELS, 2013), devido a isso, a agricultura tem grandes e novos desafios para que haja uma produção de alimentos que atenda a demanda populacional garantindo a segurança alimentar.

Os cereais são produzidos em todo mundo em maiores quantidades do que qualquer outro tipo de produto e são os que mais fornecem calorias ao ser humano. Segundo a FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2012) os cereais correspondem, atualmente, a mais de 60% da produção total da agricultura mundial, sendo o milho, o arroz e o trigo os três mais importantes. O arroz, consumido em todos os continentes, é parte da dieta básica de aproximadamente metade da população mundial, o que significa um mercado consumidor de cerca de 3 bilhões de pessoas, além de ser considerada uma fonte de renda e de empregos.

A Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2013) relata que a região Sul do país é responsável por 78,24% da produção nacional e, o Estado do Rio Grande do Sul contribui com aproximadamente 68% desta produção. Entretanto, em diversas regiões do estado, onde predomina o cultivo do arroz irrigado, ocorrem prejuízos na produção devido à salinidade da água de irrigação.

Os efeitos da salinização sobre as plantas podem ser causados pelas dificuldades de absorção de água, toxicidade de íons específicos e pela interferência dos sais nos processos fisiológicos (efeitos indiretos) reduzindo o crescimento e o desenvolvimento das plantas, implicando na perda de produtividade e de qualidade, ou perda total da produção (RHOADES et al., 2000). Assim, um dos principais desafios é a identificação dos possíveis mecanismos que elevam o grau de tolerância ao estresse salino, uma vez que, ao longo da evolução, as plantas desenvolveram sofisticados mecanismos que as permitem perceber as condições adversas, ativando cascatas de transdução de sinais, as quais, consequentemente, acionam mecanismos de resposta ao estresse, levando a mudanças fisiológicas e bioquímicas.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito do uso de extrato aquoso de raízes de cenoura como substrato para a germinação e o crescimento inicial de sementes de duas cultivares de arroz contrastante frente à salinidade do meio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes pertencente ao Instituto de Biologia do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pelotas, sendo utilizadas sementes das cultivares de arroz BRS Querência (subespécie Índica,

¹ Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, Departamento de Botânica/DB, Instituto de Biologia/IB, Universidade Federal de Pelotas/UFPEL, Caixa Postal 354, CEP 96010 – 900, Capão do Leão, RS, Brasil, Fone: (53) 3275-7640/Fax: (53) 3275-7169, larizabenedetti13@hotmail.com

² Doutora em Fisiologia Vegetal, DB, IB, UFPEL.

³ Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, UFPEL.

⁴ Graduada em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/FAEM, UFPEL.

⁵ Professor Adjunto, DB, IB, UFPEL.

sensível à salinidade) e BRS Formosa (subespécie Japônica, tolerante a salinidade). As sementes passaram por um processo de desinfestação em hipoclorito de sódio 5% por 10 minutos e após foram lavadas por seis vezes com água destilada.

Posteriormente, as sementes foram distribuídas em rolos de papel germitest umedecidos com quantidade de solução conforme tratamentos descritos abaixo em volume equivalente a 2,5 vezes o seu peso, seguindo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Os tratamentos foram constituídos conforme a solução de embebição dos papéis germitest:

- T1: Controle (água);
- T2: Solução de extrato de cenoura a 15% (p/v);
- T3: Solução de extrato de cenoura a 30% (p/v);
- T4: Solução salina (100 mM de NaCl);
- T5: Solução salina (150 mM de NaCl);
- T6: Solução salina (200 mM de NaCl);
- T7: Solução de extrato de cenoura a 15% + 100 mM de NaCl;
- T8: Solução de extrato de cenoura a 15% + 150 mM de NaCl;
- T9: Solução de extrato de cenoura a 15% + 200 mM de NaCl;
- T10: Solução de extrato de cenoura a 30% + 100 mM de NaCl;
- T11: Solução de extrato de cenoura a 30% + 150 mM de NaCl;
- T12: Solução de extrato de cenoura a 30% + 200 mM de NaCl;

Após a semeadura, os rolos foram acondicionados para germinar em câmara de germinação tipo BOD a 25 °C e 12 horas de fotoperíodo. Aos 14 dias, foram avaliadas quanto à porcentagem de germinação, comprimento total, massa fresca da parte aérea e raízes das plântulas. O experimento foi conduzido em blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições de 50 sementes por tratamento e cultivar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos, foi possível observar que a cv. BRS Formosa, de maneira geral, apresentou comportamento superior a cv. BRS Querência. Ao analisar a germinação, a maior porcentagem foi observada no tratamento com 15% de extrato de cenoura de forma isolada onde, para a cv. BRS Formosa 99% das sementes germinaram, comparado a 94% do tratamento controle e para a cv. BRS Querência o valor foi de 89% comparado a 85% do controle (Figura 1A).

Nos tratamentos com cloreto de sódio (NaCl) sem a presença do extrato de cenoura, houve redução na germinação, sendo mais expressiva na cv. BRS Querência, chegando a somente 61% das sementes germinadas no tratamento com 200 mM de sal em comparação a cv. BRS Formosa, com 86% de germinação. Entretanto, de maneira geral, o extrato de cenoura atuou de forma positiva para reduzir o efeito negativo do sal sobre a germinação, destacando o tratamento com 100 mM de sal diluído em extrato de cenoura a 15% (p/v). Neste tratamento (T7), a cv. BRS Formosa e BRS Querência apresentaram respectivamente germinação de 4,16% e 4,50% superior ao tratamento composto por 100 mM de NaCl sem a presença do extrato de cenoura.

Quanto ao comprimento total das plântulas (Figura 1B), os melhores tratamentos foram caracterizados pelos constituídos pela presença do extrato de cenoura a 15% e 30%. Entretanto, comparando os tratamentos compostos por NaCl de forma isolada aos constituídos por NaCl na presença do extrato de cenoura nas diferentes concentrações, foi observado que os mesmos apresentaram comportamento muito semelhante.

Para a massa fresca da parte aérea (Figura 1C), os resultados seguiram a mesma tendência da observada no comprimento total das plântulas. Da mesma forma seguiram os resultados para a massa fresca das raízes (Figura 1D), porém, destacando que a cv. BRS Formosa teve um incremento expressivamente superior ao observado na cv. BRS Querência.

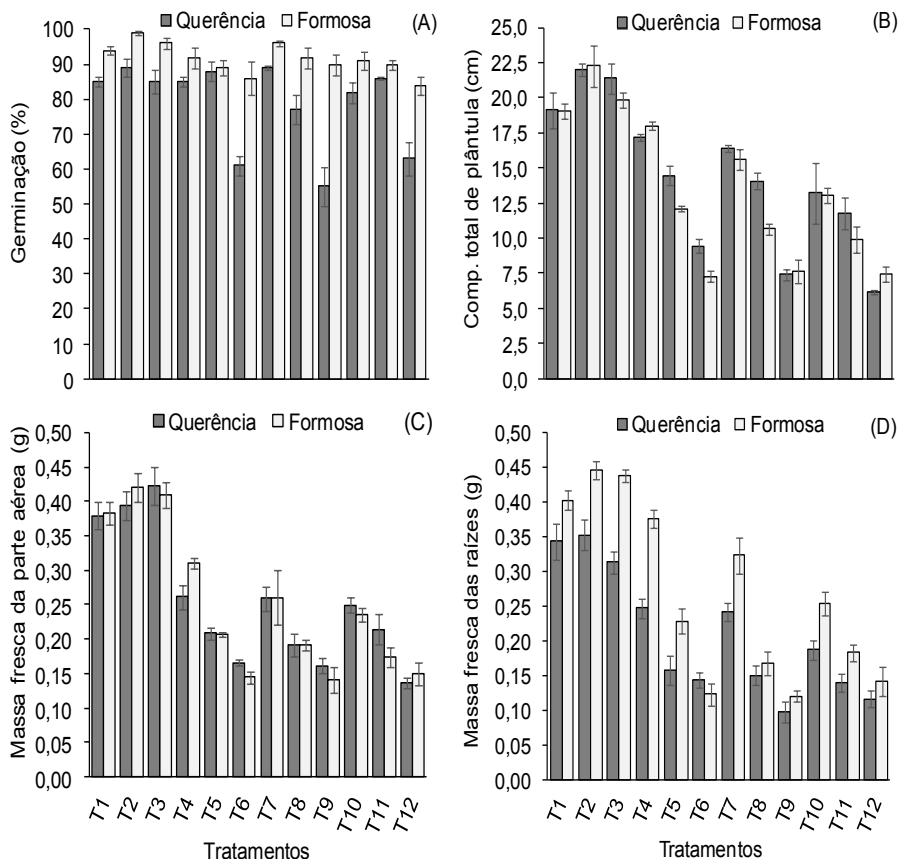


Figura 1. Germinação (A), Comprimento total de plântulas (B), Massa fresca da parte aérea (C) e das raízes (D) de duas cultivares de arroz, BRS Querência (■) e BRS Formosa (□) submetidas a diferentes concentrações salina na presença e ausência de extrato aquoso de raízes de cenoura.

É sabido que uma ampla variedade de metabólitos secundários são produzidos pelos vegetais superiores, responsáveis pela defesa natural da planta sob estresses bióticos e abióticos (RÊGO JÚNIOR et al., 2011). Estudos têm demonstrado que o β -caroteno, a vitamina C e vitamina E, e os compostos fenólicos estão relacionados à capacidade antioxidante de vários vegetais (McDONALD et al., 2001). As raízes de cenoura (*Daucus carota*) são fontes ricas de β -caroteno, que é um pigmento carotenóide antioxidante (BRITTON, 1992). Estas características podem justificar a resposta positiva do extrato aquoso de raízes de cenoura sobre a germinação e crescimento inicial das cultivares de arroz testadas.

CONCLUSÃO

O extrato aquoso de raízes de cenoura aumenta a germinação de sementes de arroz das cv. BRS Querência e BRS Formosa.

Há redução no efeito do estresse salino quando da presença do extrato de cenoura, entretanto, estudos mais detalhados se fazem necessários para buscar entender os mecanismos que aumentam essa tolerância.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: SNDA/DNDV/CLAV. 365p, 1992.

BRITTON, G. Carotenoids. In: **Natural foods colorants**, Hendry, G.F., Blackie, New York, p.141-148, 1992.

Centro Regional de Informação das Nações Unidas - United Nations Regional Information Centre for Western Europe (UNRIC Brussels), 2013. Disponível em: <

<http://www.unric.org/pt/actualidade/31160-relatorio-das-nacoes-unidas-estima-que-a-populacao-mundial-alcance-os-96-mil-milhoes-em-2050-> > Acesso em 31 de julho de 2014.

CONAB (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). Acompanhamento da safra de grãos, Safra 2013/2014. 2013. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&ordem=criterioSafra1> > Acesso em: 31 de julho de 2014.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2012. Disponível em: < <http://www.fao.org/> > Acesso em: 31 de julho de 2014.

MCDONALD, S.; PRENZLER, P.D.; ANTOLOVICH, M.; ROBARDS, K. Phenolics content and antioxidant activity of olive extracts. **Food Chemistry**, v. 73, p. 73-84, 2001.

RÊGO JÚNIOR, N.O.; FERNANDEZ, L.G.; CASTRO, R.D. de; SILVA, L.C.; GUALBERTO, S.A.; PEREIRA, M.L.A.; SILVA, M.V. da. Compostos bioativos e atividade antioxidante de extratos brutos de espécies vegetais da caatinga. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 50-57, jan./mar. 2011.

RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117 p. Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 48.

CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E COMPONENTES DA PRODUTIVIDADE DE SOJA EM SOLO ARROZEIRO, UTILIZANDO DIFERENTES ROMPEDORES DE SOLO NA SEMEADORA-ADUBADORA

Darci Francisco Uhry Junior¹; Alencar Junior Zanon²; Paulo Regis Ferreira da Silva³; Claudio Mario Mundstock⁴; Mara Grohs⁵; Enio Marchesan⁶; Rodrigo Schoenfeld²; Gerson Meneghetti Sarzi Sartori⁶; Pablo Gerzson Badinelli²; Tiago Viegas Cereza⁷; Elvis Tolfo Veber⁷

Palavras-chave: *Glycine max*, camada compactada do solo, mecanismos rompedores.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, ocorreu um aumento expressivo na área de soja (*Glycine max* (L.) Merrill.) cultivada nos solos arrozeiros do Rio Grande do Sul (RS), onde estes solos abrangem 5,4 milhões de hectares e correspondem a cerca de 20% da área total do Estado (PINTO et al., 1999). Segundo levantamento realizado pelo IRGA (2014), a área de soja cultivada nas diferentes regiões orizícolas do RS na safra 2013/2014 foi de aproximadamente de 300.000 ha.

Esta expansão na área cultivada com soja está ocorrendo principalmente em função do aumento da produtividade das lavouras e do cenário favorável à comercialização no mercado internacional. Além disso, verifica-se que a adoção da soja como opção de rotação de culturas nas áreas de arroz irrigado, permite melhor controle de plantas daninhas pela utilização de herbicidas não seletivos a exemplo do glifosato, proporciona a fixação biológica de nitrogênio (N) e interfere no ciclo de doenças e pragas, o que pode beneficiar a cultura do arroz no sistema de rotação.

As culturas de sequeiro como a soja, podem ter restrições ao seu crescimento e desenvolvimento, devido a algumas características que são comuns nos solos arrozeiros, como relevo plano, drenagem deficiente, presença de camada subsuperficial do solo compactada e alagamentos constantes. A compactação caracteriza-se pela formação de uma camada com maior densidade do solo, o que faz com que as raízes fiquem confinadas a um volume menor de solo, sendo dependente dos recursos ali presentes, como água e nutrientes e, portanto mais suscetíveis a variações climáticas.

Desta forma, estudos avaliando diferentes mecanismos rompedores de solo na semeadora são importantes para avaliar o efeito destes no crescimento e desenvolvimento das plantas de soja. O objetivo deste trabalho foi avaliar a presença da camada compactada e o efeito do uso de diferentes mecanismos rompedores do solo sobre algumas características agrônômicas, em área de rotação com arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2014/2015, na Estação Experimental do Arroz do Instituto Rio Grandense do Arroz (EEA-IRGA), localizada no município de Cachoeirinha. Esta área está situada na região da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul (RS), onde segundo a classificação de KÖPPEN (1928), o clima é caracterizado como

¹ Engº Agrônomo, Instituto Rio Grandense do Arroz, Rua Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494, CEP 94930-030, Cachoeirinha, RS. darci-junior@irga.rs.gov.br

² Eng. Agr., M.Sc. Instituto Rio Grandense do Arroz

³ Engº Agrônomo, M. Sc., Dr. Colaborador convidado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e consultor técnico do Instituto Rio Grandense do Arroz

⁴ Engº Agrônomo, M. Sc., Dr. Consultor técnico do Instituto Rio Grandense do Arroz

⁵ Engº Agrônomo, M. Sc., Dr. Prof. Titular do Departamento de Fitotecnia, CCR, UFSM.

⁶ Engº Agrônomo, M. Sc., Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, UFSM.

⁷ Tec. Agr., Instituto Rio Grandense do Arroz

subtropical úmido (Cfa), com precipitação pluvial e temperatura média anual de 1.471,4 mm e 19,6 °C, respectivamente (IRGA, 2014). O solo característico do local é classificado como Gleissolo Háptico Distrófico Típico. A semeadura do experimento foi realizada no dia 20 de novembro em uma área cultivada à longa data com arroz irrigado em sistema convencional de preparo do solo. Para a escolha da área, foi realizada uma avaliação da compactação do solo é através do uso de um penetrômetro, que é um instrumento utilizado para medir a resistência à penetração (EMBRAPA, 2002).

Neste trabalho foram testados diferentes mecanismos de abertura do sulco, que em conjunto com os mecanismos de controle de profundidade, dosagem de sementes e fertilizantes, e os mecanismos tapadores de sulco, são classificados como os principais mecanismos de uma semeadora (MURRAY et al., 2006). Os tratamentos corresponderam a cinco mecanismos de abertura do sulco: disco duplo (discos defasados); disco turbo (ondulado de 26 ondas); disco turbo 12 (ondulado de 12 ondas); haste sulcadora; haste sulcadora D (haste sulcadora desencontrada cinco centímetros do disco de deposição de sementes).

A cultivar de soja utilizada foi a TECIRGA 6070 RR, que é do grupo de maturação 6.3 e hábito de crescimento indeterminado, na densidade de 26 plantas m⁻². O manejo de doenças e insetos foi realizado conforme preconizado pelas recomendações técnicas da cultura. A inoculação foi realizada nas sementes, antes da semeadura, sendo empregadas três doses de inoculante líquido por hectare. A adubação foi realizada na linha de semeadura, para expectativa de rendimento de 4,0 Mg ha⁻¹.

As unidades experimentais foram compostas de seis linhas de 10 m de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,50 m, totalizando 30 m⁻² de área. A determinação do estande de plantas foi realizada após a emergência total das plântulas, aos 15 dias após a semeadura, através da contagem de plântulas em cinco metros lineares em cada uma das quatro linhas centrais de cada parcela, totalizando 10 m⁻². As determinações da estatura de plantas, altura de inserção do primeiro legume, número de legumes por planta, número de grãos por legume e peso de 1.000 grãos foram realizadas em 10 plantas coletadas nas quatro linhas centrais de cada parcela, quando as plantas estavam no estágio R8. O rendimento de grãos foi determinado através da colheita das quatro linhas centrais de cada parcela, descartados 0,5 m das extremidades, com cinco metros de comprimento cada, totalizando 10 m⁻². Após, os grãos foram pesados e a umidade corrigida para 13% eo rendimento expresso em kg ha⁻¹. As variáveis foram submetidas à análise de variância pelo Teste F (p<0,05) e as médias foram comparadas utilizando o Teste de Duncan (p<0,05). As análises foram realizadas com o pacote estatístico Statistical Analysis System (2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação da resistência à penetração é bastante utilizada como indicativo de compactação (FILHO ET AL, 2009). Segundo TAYLOR et al. (1966), LIPIEC & HATANO (2003), valores acima de 2 MPa comprometem o desenvolvimento radicular das plantas. A área em que foi realizado o experimento apresentou valores acima deste limite a partir da camada de 10 a 15 cm (Figura 1).

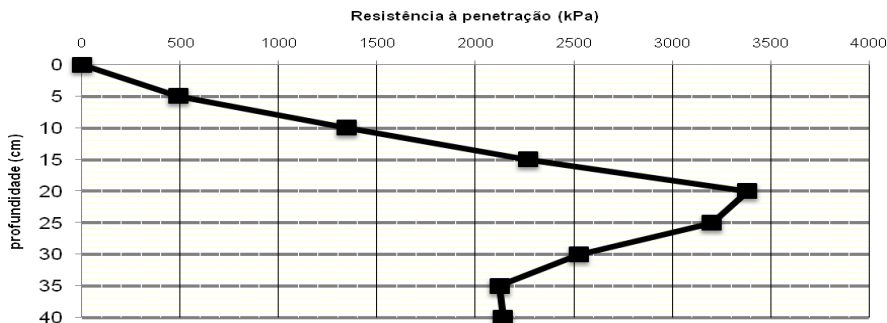


Figura 1. Resistência mecânica à penetração (kPa), ao longo do perfil de um Gleissolo Háplico Distrófico Típico, cultivado tradicionalmente com arroz irrigado. Cachoeirinha-RS, 2014.

A análise da variância mostrou resposta diferenciada dos mecanismos rompedores de solo quanto à estatura de plantas, quantidade de plantas por metro quadrado e quantidade de legumes por planta (Tabela 1). O tratamento onde foi utilizada a haste sulcadora D apresentou maior estatura de plantas. O número de plantas m^{-2} foi maior quando se utilizou a haste sulcadora D, não diferindo do tratamento com a haste sulcadora. Esta diferença pode ser atribuída ao acúmulo de água na superfície do solo, nos tratamentos sem a utilização de haste sulcadora devido a uma chuva de 30 mm logo após a implantação do experimento. Para WUEBKER et al. (2001), a inundação ou saturação do solo pode resultar em baixa germinação e estabelecimento de plântulas e com isso reduzir o rendimento da cultura. AMARAL et al. (2013) e VIZZOTTO (2014), verificaram que a utilização da haste sulcadora aumenta a infiltração de água no solo, drenando a área mais rapidamente. Em relação ao número de legumes por planta, o valor foi maior no tratamento com o disco 12 ondas, não diferindo do tratamento com o disco turbo.

Embora tenha sido constatada diferença significativa em alguns componentes do rendimento, esta diferença não se refletiu no rendimento de grãos (Tabela 1). Isto pode ser atribuído às condições climáticas favoráveis, principalmente em relação à distribuição pluvial, durante praticamente todo o ciclo da cultura, o que segundo CAMARA (2004), mantém a umidade do solo nas condições ideais, minimizando os efeitos da compactação do solo. Desta forma, podemos ter o efeito compensatório dos componentes de rendimento da soja, ou seja, quando a quantidade de plantas por metro quadrado é menor a tendência é que ocorra a formação de uma maior quantidade de legumes por planta e vice-versa (BARNI et al., 1985).

Tabela 1. Estatura, inserção do primeiro legume e componentes da produtividade da cultura da soja em área de rotação com arroz irrigado utilizando diferentes mecanismos rompedores de solo.

Mecanismo	Estatura (cm)	Inserção 1º legume (cm)	plantas/ m^2	Legumes/ planta	Grãos/ vagem	Peso 1.000 grãos (g)	Rendimento Kg/ha
Disco turbo	116,8 c ¹	23,2 ns	13,2 d	105,0 ab	2,18 ns	144,6 ns	3750,4 ns
Disco 12 ondas	116,8 c	22,6	16,0 cd	116,4 a	2,16	153,9	3644,4
Haste sulcadora D	136,3 a	27,1	22,1 a	75,4 c	2,30	144,2	4102,3
Haste sulcadora	133,7 ab	25,8	19,3 ab	82,1 bc	2,20	148,3	3988,6
Disco duplo	120,2 bc	23,6	16,7 bc	84,1 bc	2,19	145,6	3640,6

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Duncan ($p < 0,05$). ns = não significativo

CONCLUSÃO

O tratamento onde foi utilizada a haste sulcadora D apresenta maior estatura de

plantas.

Os mecanismos onde foi utilizada a haste sulcadora D apresentam um número maior de plantas por metro quadrado, não diferindo do tratamento com a haste sulcadora.

O número de legumes por planta é maior quando se utiliza o disco 12 ondas, não diferindo do tratamento com o disco turbo.

Os diferentes mecanismos rompedores de solo estudados não afetam o rendimento de grãos da cultura da soja, possivelmente em função das condições climáticas favoráveis durante todo o ciclo da cultura.

AGRADECIMENTOS

Aos professores Dr. Claudio M. Mudstock e Dr. Paulo Regis F. da Silva pela orientação e ao professor Dr. Enio Marchesan e à Universidade Federal de Santa Maria pela orientação e disponibilidade de material para a realização do estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, A. J. et al. Erosão hídrica e escoamento superficial em função de tipos e doses de resíduo cultural em dois modos de semeadura direta. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, SC, v.12, n.2, p.163-174, mar. 2013.

BARNI, N.A., et al. **Épocas de semeadura de cultivares de soja para o Rio Grande do Sul**. IPAGRO Informa, Porto Alegre, n.28, p.25-30, set. 1985.

CAMARA, R. K. **Influência da escarificação do solo sob sistema de plantio direto nas propriedades do solo e na cultura da soja**. 2004. 85 f. Dissertação (Mestre) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

EMBRAPA. Influência da Umidade na Resistência do Solo Medida com Penetrômetro de Impacto. **Comunicado Técnico 51**. 2002, São Carlos, SP. 5p.

FILHO, G. R. et al. Variabilidade da produtividade de soja em função de atributos físicos de um latossolo vermelho distroférrico sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. V.33, n.2, p.283-293. 2009.

IRGA. **Levantamento de área semeada com soja em terras baixas no Rio Grande do Sul, 2014**. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/>

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

LIPIEC, J. & HATANO, R. Quantification of compaction effects on soil physical properties and crop growth. **Geoderma**, 116:107-136, 2003.

MURRAY, J. R., et al. **Planters and their Components: types, attributes, functional requirements, classification and description**. ACIAR Monograph n° 121. University of the Queensland, Australia, 2006. 178p.

PINTO, L.F.S et al. Caracterização de solos de várzea. In: GOMES, A. da S. & PAULETTO, E.A. (Ed.). **Manejo de solo e da água em áreas de várzea**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999, p.11-36.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2012/2013 e 2013/2014**. / XXXIX Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul. Passo Fundo: Embrapa Trigo e Apassul, 2012. 142 p.

TAYLOR, H.M., et al. Soil strength root penetration relations for medium to coarse textured soil materials. **Soil Sci.**, 102:18-22, 1966.

VISSOTTO, V. R. **Desempenho de mecanismos sulcadores de semeadora-adubadora sobre os atributos físicos do solo em várzea no comportamento da cultura da soja (Glycine max L.)**. 2014. 78 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

WUEBKER, E.F., et al. Flooding and Temperature Effects on Soybean Germination. **Crop Science**, Madison, v. 41, p. 1857-1861, 2001.

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE ARROZ IRRIGADO E EFICIÊNCIA DE USO DA ÁGUA EM RAZÃO DO MANEJO DA IRRIGAÇÃO

Alberto Baêta dos Santos¹; Luis Fernando Stone²; Silvando Carlos da Silva³; Elder de Lima Silva⁴; Thaynara Garcia Santos⁵⁶

Palavras-chave: *Oryza sativa*, produtividade de grãos e seus componentes, biomassa.

INTRODUÇÃO

O manejo da água está entre as técnicas necessárias para atingir alto potencial produtivo das cultivares nos sistemas agrícolas irrigados. Estima-se que, para cada quilograma de arroz irrigado produzido, sejam necessários 1.300 L de água, o que não é excessivo quando comparado com culturas, como a soja, por exemplo, pois para se produzir um quilograma de soja são necessários aproximadamente 2.300 L, entretanto a grande diferença em consumo de água é que, no caso do arroz, praticamente 100% dessa água provém da irrigação e, nas lavouras de soja, a demanda hídrica é suprida fundamentalmente pelas chuvas.

O volume de água requerido pela cultura de arroz irrigado por inundação está relacionado àquele necessário para que as plantas cresçam e transpirem. Entretanto a quantidade total de água necessária para atender a lavoura de arroz tem outros componentes, como a água necessária para a saturação do solo, formação da lâmina, perdas laterais e perdas por percolação profunda (STONE, 2005; GOMES et al., 2008).

Com base na demanda hídrica da cultura do arroz, pesquisas têm sido conduzidas buscando-se estratégias para aumentar a eficiência do uso da água, que é a relação entre a quantidade de grãos produzidos e a quantidade de água utilizada. Uma das estratégias para racionalizar o uso dos recursos hídricos na orizicultura é a adoção de novos manejos de água em substituição ao convencional de irrigação por inundação contínua. Neste aspecto, têm se destacado a inundação intermitente e a saturação do solo. Outra alternativa é a utilização de cultivares de ciclo menor, embora esses genótipos apresentem, em geral, menor produtividade de grãos que os de ciclo maior.

Objetivou-se com este estudo determinar a influência do manejo da irrigação no desempenho agronômico de genótipos de arroz irrigado em várzea tropical.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Campo Experimental da Fazenda Palmital, da Embrapa Arroz e Feijão, no município de Goianira, GO, latitude 16°26'20" S, longitude 49°23'45" W, altitude 728 m, em Gleissolo Háptico distrófico de várzea. Foram avaliados os manejos de água: M1 – Inundação contínua durante todo o ciclo, M2 - Inundação intermitente e M3 – Solo saturado durante todo o ciclo, e as cultivares BRS Catiana, BRS Tropical, BRS Fronteira e Irga 424. O delineamento experimental usado foi o inteiramente casualizado, conforme metodologia apresentada por Chacín Lugo (1997), com seis repetições, no esquema de parcelas divididas constituídas por três manejos da água, com 400 m², e as subparcelas pelas cultivares, com 100 m².

Nos manejos M1 e M2, a inundação teve início no estágio V5, e, no M1, durante o período de irrigação, foi mantida lâmina de água uniforme de cerca de 0,10 m. No manejo

¹ Eng. Agrônomo Dr em Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO 462 km 12, Zona Rural, CEP 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO, alberto.baeta@embrapa.br.

² Eng. Agrônomo. Dr. Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão.

³ Eng. Agrícola, M.Sc. Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão.

⁴ Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Goiás.

⁵ Graduanda em Agronomia, Universidade Federal de Goiás.

M2, a lâmina era reposta quando ela desaparecia da superfície do solo. A supressão da irrigação ocorreu no estágio R8 - R9 - maturação completa dos grãos. A quantidade de água aplicada foi monitorada mediante o uso de hidrômetros, o que possibilitou a determinação da eficiência de uso da água (EUA) = Produtividade de grãos / água aplicada.

Realizaram-se, por ocasião das colheitas, amostragens de plantas para determinação da massa da matéria seca de palha (MSPalha) e biomassa. Nessa ocasião, foram determinados os números de perfilhos e de panículas por metro quadrado e a produtividade de grãos, a qual foi expressa em kg ha⁻¹, após a umidade ser ajustada para 13%. O IC foi obtido pela relação entre a produção de grãos e a massa da matéria seca total em 1 m². Os dados foram submetidos à análise de variância e a discriminação entre os manejos de água e os genótipos foi realizada pelo teste de Scott-Knott (p < 0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dada a interação significativa da massa da matéria seca da palha (MSPalha), biomassa e índice de colheita (IC) entre manejos de água e cultivares foi efetuado estudo de manejo de água dentro de cada cultivar pelo teste de Scott-Knott (p < 0,05) e observado que as cultivares tiveram desempenho diferente em razão dos manejos de água (Tabela 1). A MSPalha das cultivares Irga 424, BRS Catiana e BRS Fronteira no manejo de água em que o solo se manteve saturado durante todo o ciclo foi classificada no primeiro grupo, enquanto que a da cultivar BRS Tropical apresentou maior valor na inundação intermitente. A biomassa das cultivares Irga 424 e BRS Fronteira não diferiu com os manejos de água e as da BRS Catiana e da BRS Tropical tiveram respostas similares à MSPalha. O IC da BRS Tropical não diferiu com os manejos, os da BRS Catiana e BRS Fronteira apresentaram o menor valor no solo saturado e o da cultivar Irga 424 o maior valor na inundação intermitente.

Tabela 1. Interação entre manejo de água e cultivar na massa da matéria seca de palha, na biomassa e no índice de colheita.

Manejo de água	Cultivar			
	Irga 424	BRS Catiana	BRS Tropical	BRS Fronteira
	MSPalha (g m ⁻²)			
Inundação contínua	824a ¹	718b	853c	831b
Inundação intermitente	722b	764b	1118a	841b
Solo saturado	804a	1002a	1005b	1057a
	Biomassa (g m ⁻²)			
Inundação contínua	1567a	1427b	1478b	1532a
Inundação intermitente	1472a	1456b	1810a	1572a
Solo saturado	1507a	1747a	1620b	1665a
	IC			
Inundação contínua	0,47b	0,50a	0,42a	0,46a
Inundação intermitente	0,51a	0,47a	0,39a	0,46a
Solo saturado	0,47b	0,43b	0,38a	0,36b

¹Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott

Quanto ao manejo da irrigação, o número de panículas por área, que é o mais importante componente da produtividade do arroz, (FAGERIA,2007) foi maior no manejo solo saturado, e as cultivares Irga 424 e BRS Catiana apresentaram os maiores valores desse componente. No entanto, os manejos de água e as cultivares não propiciaram diferença na percentagem de perfilhos férteis (Tabela 2). Efeitos de manejos de água sobre a produtividade e seus componentes foram observados por Stone et al. (1990). Menor número de panículas sob inundação contínua, se deve à presença de lâmina de água contínua durante a fase vegetativa inibir o perfilhamento (SANTOS et al., 1999).

A produtividade de grãos não diferiu com os manejos de água, apenas com as cultivares, sendo a Irga 424 e BRS Catiana mais produtivas que a BRS Tropical e BRS

Fronteira (Tabela 2).

Tabela 2. Número de panículas por área, porcentagem de perfilhos férteis e produtividade de grãos de genótipos de arroz irrigado afetados pelo manejo de água.

Manejo de água	Panículas (nº m ⁻²)	Perfilhos férteis (%)	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)
Inundação contínua	515b ¹	96a	6553a
Inundação intermitente	497b	97a	6624a
Solo saturado	568a	94a	6320a
Cultivar	Panículas (nº m ⁻²)	Perfilhos férteis (%)	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)
Irga 424	605a	96a	7111a
BRS Catiana	572a	94a	6936a
BRS Tropical	449b	97a	6029b
BRS Fronteira	480b	95a	5921b

¹Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott.

Avaliando dois sistemas de irrigação, contínua e intermitente, Gomes et al. (2008) também não verificaram diferença na produtividade de grãos de arroz, bem como, Medeiros et al. (1995), em Boa Vista (RR), comparando inundação contínua, inundação intermitente, saturação do solo e combinações desses sistemas de irrigação, não verificaram diferenças na produtividade do arroz. Por outro lado, Stone et al. (1990) verificaram que a produtividade de grãos sob inundação intermitente na fase vegetativa, seguida de inundação contínua na fase reprodutiva, foi superior às obtidas com inundação intermitente ou subirrigação e semelhante à obtida sob inundação contínua em todo o ciclo. Nesse estudo, a lâmina de água intermitente durante a fase vegetativa, por favorecer o perfilhamento, contribuiu para a obtenção de elevado número de panículas, e a lâmina de água contínua durante a fase reprodutiva contribuiu para a obtenção de maior número de grãos por panícula e massa de grãos, explicando a maior produtividade observada nesse tratamento.

Em estudo conduzido na região tropical, no município de Dueré, TO, por dois anos consecutivos, Santos et al. (2003) constataram que a manutenção do solo saturado durante todo o ciclo ou até a floração propiciou maior produtividade em comparação com a inundação contínua durante todo o ciclo ou até a diferenciação do primórdio floral, enquanto que plantas mais altas foram verificadas com a inundação contínua e maior rendimento de grãos inteiros nesse manejo ou inundado após a floração.

Tem-se verificado que a produtividade de grãos de arroz irrigado na região tropical é menor que a obtida na região subtropical. Isto pode ser resultante dos efeitos prejudiciais de determinados fatores bióticos e abióticos sobre a cultura. Como fatores abióticos, os estresses térmicos podem estar afetando negativamente a produtividade do arroz, devido à elevação da temperatura da água de irrigação, que em determinadas épocas atinge valores extremamente altos. Nesse estudo, verificou-se com frequência a ocorrência de temperaturas da água acima de 35 °C no período das 12 às 18 h, atingindo índices térmicos de até 42 °C. As menores produtividades de grãos verificadas na presença da lâmina de água provavelmente se devem à ocorrência de altas temperaturas da água de irrigação.

A ausência de lâmina de água durante todo o ciclo propiciou produtividade de grãos das cultivares de arroz irrigado equivalente à obtida com a inundação contínua, o que refletiu em maior eficiência do uso da água (Tabela 3). O volume de água aplicado foi 30% e 63% menor nos manejos inundação intermitente e solo saturado, respectivamente, em relação à inundação contínua. Com isso, a EUA passou de 0,28 no manejo inundação contínua para 0,46 kg m⁻³ de grãos no solo saturado, considerando a precipitação pluvial ocorrida no período, e de 0,44 para 1,13 kg m⁻³, respectivamente, sem precipitação pluvial. O elevado requerimento de água verificado sob inundação contínua foi devido às maiores perdas por percolação e fluxo lateral, em virtude do elevado teor de areia do solo, ao redor de 50%. A elevada percolação pode acarretar lixiviação de nutrientes, especialmente nitrogênio e

potássio. Comparando os manejos de água convencional e intermitente, Gomes et al. (2008) também observaram aumento da EUA em arroz irrigado.

Tabela 3. Produtividade de grãos de arroz irrigado, volume de água aplicado e eficiência de uso da água (EUA) em razão do manejo de água.

Manejo de água	Produtividade de grãos	Volume de água aplicado	EUA ¹ (kg m ⁻³)	
	(kg ha ⁻¹)	(m ³ ha ⁻¹)	Com precipitação pluvial	Sem precipitação pluvial
Inundação contínua	6553a ¹	15023	0,28	0,44
Inundação intermitente	6624a	10571	0,36	0,63
Solo saturado	6320a	5601	0,46	1,13

¹Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (p<0,05)

CONCLUSÃO

A manutenção da lâmina de água durante a fase vegetativa inibe o perfilamento de cultivares de arroz irrigado.

O cultivo de arroz irrigado em condições de solo saturado propicia produtividade de grãos similar ao manejo tradicional de água com inundação contínua ou intermitente, com maior eficiência de uso da água.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro e pelas bolsas de Iniciação Científica e de Produtividade em Pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHACIN LUGO F. Cursos avances recientes en el diseño y analisis de experimentos. [S.l.]: Universidad Central de Venezuela. 145p. III Jornadas Agronomicas de la Facultad de Agronomía. 1997.
- GOMES, A. da S. et al. Estratégias para o aumento da eficiência do uso da água pelo arroz: efeito de sistemas alternativos de irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRIGAÇÃO E DRENAGEM, 18., 2008. **Anais**. São Mateus: ABID, 2008. 1.CD-ROM.
- MEDEIROS, R.D. de; HOLANDA, J.S. de; COSTA, M. de C. Manejo de água em arroz irrigado no Estado de Roraima. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.48, n.420, p.12-14, 1995.
- SANTOS, A. B. dos; SILVA, S. C. da; ZIMMERMANN, F. J. P. Efeitos do manejo da irrigação na temperatura da água e no comportamento do arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 25.; 2003, Balneário Camburiú, SC. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003. p. 181-183.
- SANTOS, A. B. dos et al. Manejo de água e de fertilizante potássico na cultura de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.4, p.565-573, 1999.
- STONE, L. F. **Eficiência do Uso da Água na Cultura do Arroz Irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 48 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 176).
- STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; SILVEIRA FILHO, A. Manejo de água na cultura do arroz: consumo, ocorrência de plantas daninhas, absorção de nutrientes e características produtivas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.3, p.323-337, 1990.

Desempenho agrônômico de milho em áreas de arroz irrigado

Matheus Barreto Maass¹; Paulo Regis Ferreira da Silva²; Rodrigo Schoenfeld³; Joaquim Faraco Rodrigues⁴; José Antônio Severo Celestino Alves⁵; Andrei José Marafon⁵

Palavras-chave: *Zea mays* L., práticas de manejo, rendimento de grãos.

INTRODUÇÃO

Para diversificação do sistema produtivo de cultivo de arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul, envolvendo a rotação de arroz irrigado com cultivos de sequeiro, como o milho, deve-se, necessariamente melhorar a drenagem superficial do solo, naturalmente deficiente. Outro pré-requisito é a estruturação da lavoura para a irrigação, tendo em vista a ocorrência anual de frequentes períodos com déficit hídrico. Na cultura do milho, a deficiência hídrica é o fator que mais frequentemente limita a obtenção de altos rendimentos de grãos no Brasil (Sangoi et al., 2010). Nestes casos, deve-se instalar um sistema de drenagem com alteração na conformação da superfície do terreno, dentre estes sistemas está o cultivo em microcamalhões. O sistema com microcamalhões consiste na estruturação da lavoura para a irrigação por sulcos, obtendo-se, ao mesmo tempo, grande benefício em drenagem com o cultivo sobre os microcamalhões formados entre os sulcos.

O objetivo do presente trabalho foi comparar dois métodos de irrigação no milho cultivado em microcamalhões em áreas de arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida a campo nos anos agrícolas 2013/14 e 2014/15, em Cachoeirinha-RS. O clima da região é do tipo subtropical úmido e o solo da área experimental é classificado como Gleissolo Háptico Distrófico típico (Streck et al., 2008). A análise do solo na área do primeiro ano apresentou os seguintes atributos: 1,2% de MO, 14% de argila, 9 mg dm⁻³ de P, 34 mg dm⁻³ de K e 5,8 cmol dm⁻³ de CTC pH 7,0. No segundo ano, a área utilizada apresentava os seguintes atributos: 1,4% de MO, 21% de argila, 16 mg dm⁻³ de P, 46 mg dm⁻³ de K e 7,3 cmol dm⁻³ de CTC pH 7,0. Os tratamentos consistiram de dois métodos de irrigação (aspersão e por sulco) e uma testemunha sem irrigação e de quatro híbridos de milho. Os híbridos simples de milho testados foram os seguintes: Dekalb 240 PRO RR2, de ciclo superprecoce, Dow 30A37 PW, de ciclo precoce, Pioneer 30F53 YHR, de ciclo precoce, e Syngenta Status TL TG, de ciclo precoce. Todos os híbridos apresentavam os eventos transgênicos Bt e RR. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, dispostos em parcelas divididas, com quatro repetições. Os métodos de irrigação foram locados nas parcelas principais e os híbridos nas subparcelas.

Os microcamalhões foram construídos com antecedência, com altura de 15 cm e espaçamento entre si de 1,0 m. O milho foi semeado em 15 de outubro de 2013, no primeiro ano, e em 24 de outubro de 2014, no segundo ano, em linhas pareadas em cada microcamalhão, com densidade de 8,0 e 9,0 plantas m⁻², respectivamente. A adubação realizada na semeadura constou da aplicação de 50, 90 e 100 kg ha⁻¹, respectivamente de N, P₂O₅, K₂O. No segundo ano, durante o outono-inverno foi cultivado nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), como cobertura de solo, no entanto a produção de biomassa foi considerada baixa. A adubação nitrogenada de cobertura no milho constou da aplicação de

¹ Estudante de pós-graduação; Bolsista CNPq; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Av. Bento Gonçalves 7712 Porto Alegre, Rio Grande do Sul; matheusbmaass@hotmail.com

² Docente colaborador; Pesquisador do CNPq; Consultor técnico do IRGA

³ Pesquisador; IRGA

⁴ Estudante de pós-graduação

⁵ Bolsista Cnpq; IRGA

300 kg ha⁻¹ de N, na forma de ureia com inibidor de urease, dividida, no primeiro ano, em quatro épocas de aplicação, nas doses de 40, 110, 75 e 75 kg ha⁻¹ de N, correspondentes aos estádios de desenvolvimento V₄, V₆, V₈ e V₁₁, e no segundo ano, nas doses de 60, 120 e 120 kg ha⁻¹ de N, nos estádios V₄, V₈ e V₁₁, de acordo com a escala Ritchie et al. (1993).

O manejo da irrigação foi baseado no sensor de umidade no solo do equipamento Hidrofarm. A lâmina de água utilizada em cada irrigação foi de 30 mm, nos dois métodos de irrigação testados.

As avaliações realizadas foram: rendimento de grãos e componentes do rendimento. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Quando houve significância estatística, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey, ao nível de probabilidade de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para rendimento de grãos não houve interação de métodos de irrigação e híbridos de milho nos dois anos. No primeiro ano, a irrigação pelos métodos por sulco e por aspersão aumentou o rendimento de grãos de milho em 75 e 57 % (Tabela 1), respectivamente, em relação ao tratamento não irrigado. Este fato ocorreu devido às altas temperaturas e à irregularidade da pluviosidade durante o ciclo da cultura, sendo que do total de 480 mm de precipitação ocorrida durante o ciclo, 160 mm foram em apenas um evento no estádio V₄. Na média de sistemas de irrigação, não houve diferença entre híbridos quanto ao rendimento de grãos.

Tabela 1. Rendimento de grãos de quatro híbridos de milho em função de métodos de irrigação, cultivado em microcamalhões em área de arroz irrigado. Cachoeirinha-RS, 2013/14

Híbridos	Rendimento de grãos – Mg ha ⁻¹			
	Irrigação por sulco	Irrigação por aspersão	Não irrigado	Média
Dekalb 240 PRO RR 2	12,56	9,66	3,03	8,41 ns
Dow 30A37 PW	11,19	10,03	2,20	7,80
Pioneer 30F53 YHR	11,31	9,48	3,71	7,76
Syngenta Status TL TG	11,65	8,96	2,70	7,80
Média	11,67 A	9,53 A	2,91B	
CV ¹ (%)	20,3			

¹Coefficiente de variação; *Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05), ns – Não significativo (p < 0,05) na coluna.

No segundo ano não houve diferença entre métodos de irrigação em relação ao tratamento não irrigado (Tabela 2). Este resultado é atribuído ao fato de ter sido um ano atípico na região, pois o índice pluviométrico foi elevado (754 mm) e distribuído uniformemente ao longo do ciclo da cultura, justificando, desta maneira, a falta de resposta à irrigação. Na média dos sistemas de irrigação, houve diferença entre híbridos, sendo que o Dekalb 240 PRO RR 2 apresentou maior produtividade em relação ao Pioneer 30F53 YHR. Os híbridos Dow 30A37 e Syngenta Status TL TG situaram-se num grupo intermediário.

Para o componente do rendimento número de espigas por metro quadrado, no primeiro ano, houve efeito principal de método de irrigação (Tabela 3). A irrigação por sulco e por

aspersão aumentou essa característica em 32 e 39% em relação à testemunha sem irrigação. Já o número de grãos por espiga foi 185 e 180% superior nos métodos de irrigação por sulco e por aspersão em relação ao tratamento não irrigado.

Tabela 2. Rendimento de grãos de quatro híbridos de milho em função de métodos de irrigação, cultivado em microcamalhões em área de arroz irrigado. Cachoeirinha-RS, 2014/15

Híbridos	Rendimento de grãos – Mg ha ⁻¹			
	Irrigação por sulco	Irrigação por aspersão	Não irrigado	Média
Dekalb 240 PRO RR 2	12,72	13,37	12,95	13,01a
Dow 30A37 PW	12,79	12,56	10,58	11,97ab
Pioneer 30F53 YHR	10,42	11,66	10,23	10,77b
Syngenta Status TL TG	12,98	12,34	10,78	12,03ab
Média	12,06 NS	12,19	10,53	
CV ¹ (%)	12,01			

¹Coeficiente de variação; *Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05), NS – Não significativo (p < 0,05) na linha.

Tabela 3. Componentes do rendimento de milho em função de métodos de irrigação, na média de quatro híbridos, cultivado em microcamalhões em área de arroz irrigado. Cachoeirinha-RS, 2013/14

Componentes	Métodos de irrigação			
	Irrigação por sulco	Irrigação por aspersão	Não irrigado	CV ¹ (%)
Espigas m ⁻²	7,5 a	7,9 a	5,7 b	19,2
Grãos por espiga (no.)	518 a	508 a	182 b	16,5
Peso do grão (mg)	299 ns	269	265	8,2

¹Coeficiente de variação; *Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05), ns – Não significativo (p < 0,05) na linha.

No segundo ano, os componentes do rendimento não diferiram em função do sistema de irrigação (Tabela 4). Houve efeito principal de híbrido para os componentes número de grãos por espiga e peso do grão.

Tabela 4. Componentes do rendimento de quatro híbridos de milho cultivado em microcamalhões em área de arroz irrigado, na média de métodos de irrigação. Cachoeirinha-RS, 2014/15

Híbridos	Componentes do rendimento		
	Espigas m ²	Grãos por espiga (no.)	Peso do grão (mg)
Dekalb 240 PRO RR 2	8,5 ns	455a	337b
Dow 30A37 PW	8,7	369b	377a
Pioneer 30F53 YHR	8,1	372b	359ab
Syngenta Status TL TG	9,2	348b	383a
CV ¹ (%)	10,7	12,9	6,5

¹Coeficiente de variação; *Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05), ns – Não significativo (p < 0,05) na coluna.

CONCLUSÃO

A resposta do milho à irrigação variou em função do ano. No primeiro ano, em que ocorreu deficiência hídrica, o milho cultivado em áreas de arroz irrigado apresentou alta resposta à irrigação, havendo maior eficiência do uso da água com o método de irrigação por sulco em relação ao por aspersão.

No segundo ano, em que o volume e a distribuição da precipitação pluvial foram adequados durante o ciclo do milho, não houve resposta à irrigação.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelos recursos da taxa de bancada aportados ao projeto (Proc. No. 306 535/2014-9).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARGENTA, G; RAMBO, L; SANGOI, L.; SILVA, P. R. F. da. **Ecofisiologia da cultura do milho para altos rendimentos**. Lages: Graphel, 2010. 87p.

RITCHIE, S.W. & HANWAY, J.J. **How a corn plant develops?** Iowa State University. Special Report n.48, Ames, 1993. Disponível em www.maize.agron.iastate.edu/corngrows.html. Acesso em 15 de maio de 2015.

STRECK, E.V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R.C.D. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER RS, 2008. 222p.

DETERMINAÇÃO DE ÉPOCAS DE SEMEADURA E GENÓTIPOS DE SOJA ADAPTADOS A SOLOS CULTIVADOS COM ARROZ IRRIGADO

Douglas Lemos Machado¹, Alencar Junior Zanon³, Darci Francisco Uhry Junior², Edison da Silva Lopes⁷, Vanderley de Lima Tartaglia⁷, Cristian Welter⁷, Elisa Lunardi⁷, Robson da Silva Lopes⁷, Pablo Gerzson Badinelli⁵, Paulo Regis Ferreira da Silva⁴, Claudio Mario Mundstock⁵, Tiago Viegas Cereza⁶, Elvis Tolfo Veber⁶

Palavras-chave: *Glycine Max*, várzea, rendimento.

INTRODUÇÃO

Estima-se que na metade Sul do Estado do Rio Grande do Sul foi cultivado na safra 2013/14 em torno de um milhão de hectares com soja e, desse total, 280 mil foram semeados em rotação com arroz irrigado (IRGA, 2014). Diante do cenário favorável à comercialização da soja e pelo aumento da infestação de plantas daninhas resistentes aos herbicidas nas lavouras de arroz irrigado, a área cultivada com soja em solos arrojados tende a continuar aumentando (LANGE et al., 2012). Sendo assim, estudos básicos de época de semeadura e de caracterização da produtividade necessitam ser realizados para as cultivares comerciais de soja, o que constitui a motivação para este trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos de campo foram conduzidos com a cultura da soja no ano agrícola 2014/2015, em Cachoeirinha, na Estação Experimental do Arroz do IRGA. O clima deste local, pela classificação de Köppen, é Cfa (Subtropical) (KUNCHTNER; BURIO, 2001). O experimento de campo foi composto por sete cultivares de soja (Tabela 1). Essas cultivares foram selecionadas por representarem diferentes grupos de maturação, hábito de crescimento determinado e indeterminado, e grau de tolerância ao excesso hídrico superior, avaliado nos ensaios conduzidos na EEA/IRGA em anos anteriores. As semeaduras foram realizadas com uma semeadora de parcelas em solo corrigido de acordo com as recomendações técnicas para a cultura da soja, com adubação para expectativa de rendimento de 4 t/ha⁻¹. As sementes foram inoculadas com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*. O tratamento das sementes foi realizado com fungicida e inseticida, e o controle de plantas daninhas, insetos e doenças foram realizados de acordo com as recomendações técnicas da cultura (REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 2012).

Tabela 1. Cultivares de soja, grupo de maturação, ciclo e hábito de crescimento que foram utilizadas no experimento de campo.

Cultivar	Grupo de Maturação	Ciclo	Hábito de Crescimento
NS 4823 RR	4.8	Super Precoces	Indeterminado
TEC 5936 IPRO	5.9	Super Precoces	Indeterminado
Fundacep 65 RR	5.9	Super Precoces	Determinado
TECIRGA 6070 RR	6.3	Precoces	Indeterminado
A 6411 RG	6.4	Precoces	Determinado
BMX Valente RR	6.7	Precoces	Indeterminado
CD 219 RR	8.2	Tardio	Determinado

O delineamento experimental foi blocos ao acaso, dispersos em parcelas subdivididas, com três repetições. As épocas de semeadura (04/10/2014, 19/11/2014 e 12/12/2014) foram locadas nas parcelas principais e as cultivares nas subparcelas. Cada repetição foi constituída de sete parcelas, sendo uma de cada cultivar. A parcela foi composta por quatro linhas com 4 metros de comprimento e espaçamento de 0,5 m entre fileiras, na densidade de 30 plantas m⁻² e profundidade de semeadura de 0,05 m.

A determinação do rendimento de grãos foi realizada nas duas linhas centrais, descartadas 0,5 m das extremidades. Após os grãos de soja foram colocados em estufa de ventilação forçada a 60°C até massa constante, para determinação da massa seca (MS) e após foi estimada a produtividade por hectare, a 13% de umidade. A variável produtividade foi submetida à análise de variância para verificar a significância dos fatores principais e da interação cultivar versus épocas de semeadura. Como os dois fatores são qualitativos, a diferença entre tratamentos foi testada

¹ Bolsista PIBIC/IRGA - EEA/IRGA, Instituto Rio Grandense do Arroz, Rua Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494, CEP 94930-030, Cachoeirinha, RS. douglas7tavares@hotmail.com

² Engº Agrônomo, Instituto Rio Grandense do Arroz,

³ Engº Agrônomo, M.Sc. Instituto Rio Grandense do Arroz

⁴ Engº Agrônomo, M. Sc., Dr. Colaborador convidado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e consultor técnico do Instituto Rio Grandense do Arroz

⁵ Engº Agrônomo, M. Sc., Dr. Consultor técnico do Instituto Rio Grandense do Arroz

⁶ Tec. Agrícola, Instituto Rio Grandense do Arroz

⁷ Bolsista PIBIC/IRGA - EEA/IRGA

com o teste Duncan a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas com o pacote estatístico Statistical Analysis System (2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância mostrou que não houve interação dos fatores época de semeadura e cultivar para a variável produtividade, portanto as análises foram realizadas apenas para os efeitos principais de cada fator (Figura 1 e 2).

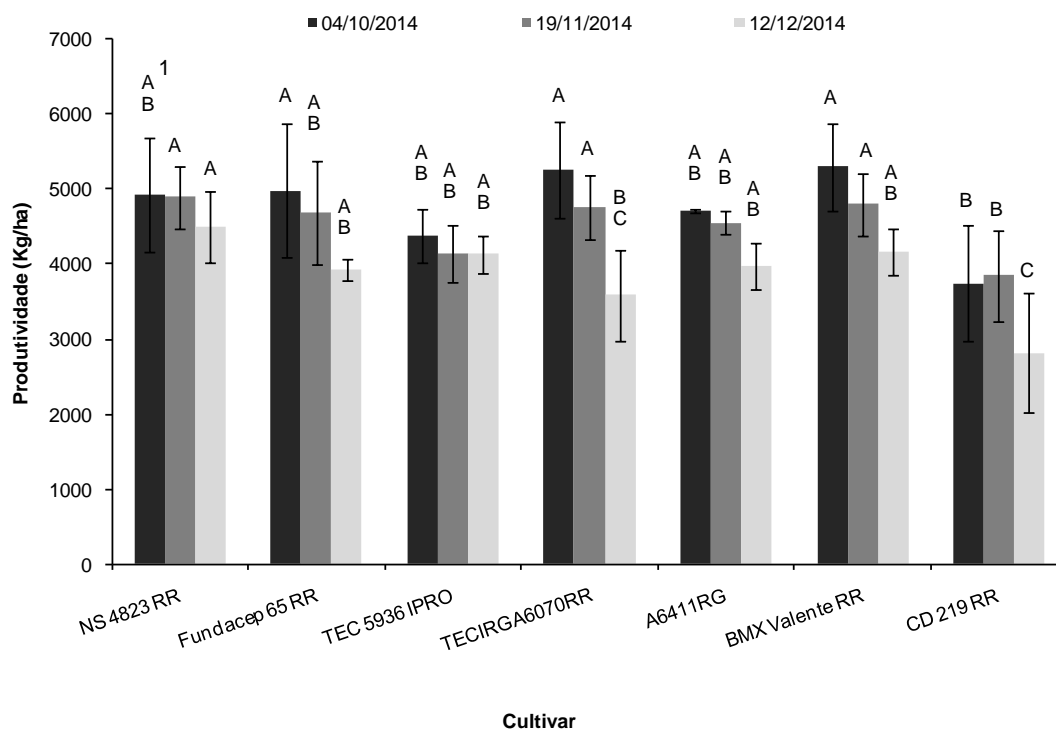


Figura 1. Produtividade de soja (kg/ha) de sete cultivares de soja em Cachoeirinha, 2014/2015. RS. ¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

As produtividades variaram de 3750 kg/ha (CD 219 RR) até 5300 kg/ha (BMX Valente RR) na semeadura de 04/10/2014, de 3846 kg/ha (CD 219 RR) até 4896 kg/ha (NS 4823 RR) na semeadura de 19/11/2014 e de 2814 kg/ha (CD 219 RR) até 4494 kg/ha (NS 4823 RR) na semeadura de 12/12/2014. Na primeira época de semeadura, o rendimento médio foi aproximadamente 6% superior ao da segunda época (não diferiram estatisticamente) e 19% da terceira época, porém destaca-se que nesta semeadura ocorreu o maior grau de acamamento e de retenção foliar, quando comparado com a segunda e a terceira época. Nesse ano agrícola (2014/2015) não foram observados sintomas morfológicos de deficiência hídrica na primeira e segunda época de semeadura, o que resultou na maior produtividade média nessas épocas. Verificou-se também, que na terceira época a cultivar com menor grupo de maturação (NS 4823 RR) foi a que apresentou maior produtividade. A hipótese que explica essa resposta foi essa cultivar já estar na maturidade fisiológica, quando ocorreu um período sem chuvas (final de fevereiro e início de março) em Cachoeirinha, enquanto as demais cultivares (maiores grupos de maturação) estavam na fase de enchimento de grãos. A cultivar CD 219 RR apresentou a menor produtividade nas três épocas de semeadura, provavelmente por apresentar um ciclo de desenvolvimento muito longo, estando exposta a estresses bióticos e abióticos, que provocaram a redução da produtividade, comparada as cultivares com menor duração do ciclo de desenvolvimento. Os valores médios de produtividade dos experimentos são altos, comparado com a média da produtividade do RS, que foi de 3041 kg/ha na safra 2014/2015 (EMATER, 2014). Sendo assim, verifica-se que os solos tradicionalmente cultivados com arroz irrigado no RS apresentam potencial para produzir bons rendimentos de soja, desde que bem manejados.

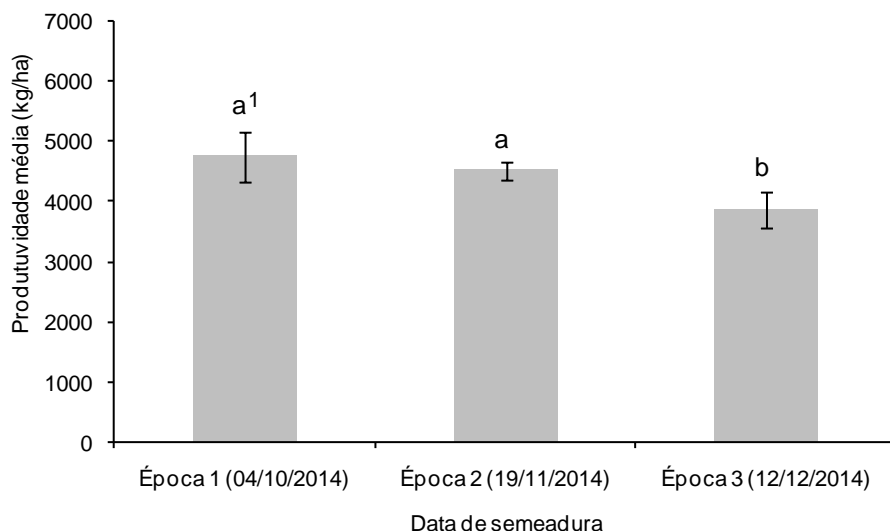


Figura 2. Produtividade média de soja (kg/ha) de sete cultivares em três épocas de semeadura em Cachoeirinha, 2014/2015. RS. ¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

CONCLUSÃO

Todas as cultivares apresentaram produtividades similares dentro das três épocas de semeadura, exceto a CD 219 RR que foi a menos produtiva.

A primeira e a segunda época de semeadura apresentaram as maiores produtividades médias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Emater (2014). **Levantamento de área semeada com soja no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Emater. Recuperado em 20 de dezembro de 2014, de <http://www.emater.tche.br/site/servicos/informacoes-agropecuarias.php#.VYrxQpB0zIU>

IRGA. **Levantamento de área semeada com soja em terras baixas no Rio Grande do Sul**, 2014. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/>

KUINCHTNER, A; BURIOL, G. A. Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia**, v.2, p.171-182, 2001.

LANGE et al., 2012. Relatório técnico das safras 2010/11 e 2011/12 – Região edafoclimática 101. In: **Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul**, XXXIX., 2012, Passo Fundo, RS. Anais. . . Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2012/2013 e 2013/2014**. / XXXIX Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul. COSTAMILAN, L. M.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; STRIEDER, M. L.; BERTAGNOLLI, P.F. (Organizadores). Passo Fundo: Embrapa Trigo e Apassul, 2012. 142 p. (Documentos, 107).

DOSES DE NITROGÊNIO E FONTES DE UREIA EM ARROZ DE TERRAS ALTAS (BRS ESMERALDA) IRRIGADO POR ASPERSÃO

José Roberto Portugal¹; Orivaldo Arf²; Amanda Ribeiro Peres¹; Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues²; Donário Silva Teixeira³; Lucas Martins Garé³

Palavras-chave: *Oryza sativa* L.; adubação nitrogenada; fertilizante revestido

INTRODUÇÃO

Para que as plantas se desenvolvam e produzam bem, precisam estar bem nutridas. Entre os principais nutrientes necessários a cultura do arroz, tem-se o nitrogênio (DARIO; DARIO, 2015). O nitrogênio é essencial às plantas de arroz em todas as fases do ciclo e sua aplicação tem reflexos diretos na produção. Esse nutriente é responsável pelo aumento da área foliar das plantas e consequentemente da taxa fotossintética. Com isso, os componentes de produção são aumentados, tais como: número de panículas por planta, em decorrência do maior perfilhamento, número de grãos por panícula e peso dos grãos (DARIO; DARIO, 2015).

Dessa forma, a adubação em cobertura com nitrogênio é indispensável para a cultura do arroz, no entanto, o sucesso dessa prática depende da eficiência do adubo nitrogenado, do estágio de desenvolvimento e da capacidade do arroz em absorver nitrogênio (BARBOSA FILHO; FAGERIA, 2013).

A eficiência da adubação nitrogenada é afetada pela perda do nutriente para o sistema (SILVA et al., 2012). Entre os fertilizantes utilizados na agricultura, a ureia é um dos mais utilizados, porém apresenta baixa eficiência de utilização pelas culturas, geralmente em torno de 50% (BARBOSA FILHO; FAGERIA, 2013), devido à alta higroscopicidade e maior suscetibilidade a perda por volatilização principalmente quando aplicado superficialmente no solo (SILVA et al., 2012).

Uma alternativa para aumentar a eficiência da adubação nitrogenada tem sido a utilização de fertilizantes com melhor eficiência. Dentre estas fontes alternativas, destaca-se o revestimento da ureia com polímeros (MIYAZAWA et al., 2012).

Essa tecnologia de encapsulamento (revestimento) de fertilizantes, tem como objetivo a formação de uma camada protetora contra os agentes causadores da perda de nutrientes e que provoque uma disponibilização gradativa, mas não uma liberação total (SILVA et al., 2012).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação da adubação de cobertura com ureia comum e ureia revestida, em função de doses de nitrogênio no arroz de terras altas cultivar BRS Esmeralda sob irrigação por aspersão.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na safra de 2013/14 em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS, situada aproximadamente a 51° 22' de longitude Oeste de Greenwich e 20° 22' de Latitude Sul, com altitude de 335 metros. O solo da área experimental de acordo com Santos et al. (2013) é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso. A precipitação pluvial média anual é de 1.330 mm, com temperatura média anual de aproximadamente 25 °C e umidade relativa do ar média anual de 66%.

Antes da instalação do experimento foi realizada análise de solo da área, sendo os

¹ Pós - Graduandos do Curso de Agronomia da UNESP – Ilha Solteira, Av. Brasil, 56 (Centro), Ilha Solteira – SP E-mail: jrp_agro@yahoo.com

² Docentes do Curso de Agronomia da UNESP Ilha Campus de Ilha Solteira – SP.

³ Graduandos do Curso de Agronomia da UNESP Ilha Campus de Ilha Solteira – SP.

valores apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Características químicas do solo da área experimental, avaliadas na camada de 0,0 a 0,20 m. Selvíria – MS, 2013/14.

P resina mg dm ⁻³	M.O. g dm ⁻³	pH CaCl ₂	K -----mmolc	Ca dm ⁻³	Mg -----	H+Al dm ⁻³	Al -----	SB	CTC	V (%)
29	18	5,0	1,4	12	8	29	6	21,4	50,4	42

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 10 tratamentos dispostos em esquema fatorial 2x5, com quatro repetições, para avaliar duas fontes de ureia (comum e ureia revestida com polímero) e cinco doses de nitrogênio (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹ de N) com a cultivar BRS Esmeralda.

O preparo do solo foi realizado utilizando-se escarificador e duas gradagens para destorroamento e nivelamento do solo, sendo a última às vésperas da semeadura.

As parcelas foram constituídas por 5 linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento entrelinhas de 0,35m. A área útil foi constituída pelas três linhas centrais, desprezando-se 0,50 m em ambas as extremidades de cada linha.

A adubação mineral nos sulcos de semeadura foi calculada de acordo com as características químicas do solo, com 300 kg ha⁻¹ da fórmula 4-14-8 (11,82% de S).

A semeadura foi realizada mecanicamente no dia 21/11/2013 utilizando a quantidade de sementes necessária para se obter 180 plantas m⁻². As sementes foram tratadas com o inseticida fipronil na dose de 50 g i.a. para 100 kg de sementes. Logo após a semeadura aplicou-se o herbicida pré-emergente pendimetalina (1.400 g i.a. ha⁻¹).

A irrigação foi realizada de acordo com a necessidade da cultura, utilizando um sistema fixo de irrigação por aspersão com taxa de aplicação média de 3,3 mm hora⁻¹ nos aspersores. A quantidade de água a ser irrigada foi calculada pelo método do Tanque Classe A, utilizando três coeficientes de cultura (Kc), distribuídos em quatro períodos compreendidos entre a emergência e a colheita. Para a fase vegetativa foi utilizado o valor de 0,4; para a fase reprodutiva dois coeficientes de cultura (Kc), o inicial de 0,70 e o final de 1,00 e para a fase de maturação estes valores foram invertidos, ou seja, o inicial de 1,00 e o final de 0,70. A reposição de água foi realizada quando a evapotranspiração da cultura (ETc) acumulada atingia valores próximos da água disponível do solo (ADS) preestabelecidos.

O controle de plantas daninhas em pós-emergência ocorreu aos 10 dias após a emergência (DAE) com o herbicida metsulfurom-metílico (2,0 g ha⁻¹). As plantas não controladas pelos herbicidas foram controladas manualmente com capina. Realizou-se uma aplicação de fungicida trifloxistrobina (75 g i.a. ha⁻¹) + tebuconazol (150 g i.a. ha⁻¹) aos 68 DAE no pré-florescimento de forma preventiva.

A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada aos 40 DAE, na superfície do solo. Em relação as fontes que foram utilizadas, a ureia apresentava 46% de N e a ureia revestida com polímero (Kimcoat®) continha 43% de nitrogênio. Logo após adubação, a área foi irrigada de acordo com a necessidade (aproximadamente 10 mm).

Neste trabalho foram realizadas as seguintes avaliações: teor de nitrogênio foliar, altura de plantas, número de panículas por metro quadrado, número de grãos cheios por panícula, massa de cem grãos e produtividade. A massa de cem grãos e produtividade foram ajustadas para 13% de umidade (base úmida).

Os dados foram avaliados por meio da análise de variância pelo teste F. Quando o valor de F foi significativo ao nível de 5% de probabilidade, aplicou-se o teste de Tukey para as fontes de nitrogênio (ureia e ureia revestida) e análise de regressão para as doses, utilizando o programa estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência das plântulas de arroz ocorreu sete dias após a semeadura (28/11/2013). O florescimento pleno ocorreu aos 73 DAE (09/02/2014) e a colheita dos grãos foi realizada

aos 102 DAE (10/03/2014).

Os dados observados nas avaliações do arroz de terras altas estão apresentados na Tabela 2. De acordo com os dados, o teor de N foliar evidenciou maior valor com o uso de ureia comum, em detrimento ao uso de ureia revestida. Mesmo apresentando diferença entre ureia comum e revestida, deve-se ressaltar que o teor de N foliar para ambos, segundo Cantarella, Raij e Camargo (1997), estão dentro da faixa adequada indicada para o arroz (27-35 g kg⁻¹). O teor de N foliar ajustou-se a modelo quadrático, atingindo ponto de máximo com a dose aproximada de 98,8 kg ha⁻¹. Os dados corroboram com Fonseca et al. (2012), que observaram valor máximo com a dose de 97 kg ha⁻¹ de N.

Tabela 2. Médias obtidas em arroz de terras altas (BRS Esmeralda), irrigado por aspersão, sob fontes de ureia e doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, Selvíria – MS (2013/14).

Tratamentos	N foliar (g kg ⁻¹)	Altura (cm)	Panículas m ²	Grãos cheios panícula ⁻¹	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Fontes (F)						
Ureia comum	33,81 a	85,0	175,7	111,7	2,63	3.644 a
Ureia revestida	32,80 b	83,5	188,6	106,9	2,63	3.152 b
Doses de N (kg ha⁻¹)						
0	30,5 ⁽²⁾	76,7 ⁽³⁾	153,1 ⁽⁴⁾	91,0 ⁽⁵⁾	2,61	2.768 ⁽⁶⁾
30	32,4	85,7	192,9	112,6	2,64	3.787
60	34,1	85,7	194,8	110,0	2,60	3.615
90	34,7	87,7	178,7	121,3	2,68	3.531
120	34,8	85,5	191,4	111,3	2,62	3.289
F ¹	F	5,52*	0,59	3,87	0,99	10,11**
	N	14,43**	3,77**	5,66**	4,21**	1,00
	F x N	0,55	0,44	1,17	0,77	0,63
CV (%)	3,54	7,50	11,39	14,01	3,48	14,39

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. * e ** significativo à 5% e 1% pelo teste de Tukey. CV – coeficiente de variação.¹Valores do teste F da análise de variância. ²y= -0,0004x² + 0,079x + 30,48 R²= 0,99 (PM: 98,8 kg ha⁻¹ de N); ³y= -0,002x² + 0,26x + 77,40 R²= 0,91 (PM: 65 kg ha⁻¹ de N); ⁴y= -0,006x² + 0,89x + 159,38 R²= 0,62 (PM: 74,2 kg ha⁻¹ de N); ⁵y= -0,004x² + 0,63x + 92,37 R²= 0,84 (PM: 78,8 kg ha⁻¹ de N); ⁶y= -0,19x² + 25,81x + 2893 R²= 0,78 (PM: 67,9 kg ha⁻¹ de N).

Em relação à altura de plantas, houve resposta quadrática, indicando que a dose de 65 kg ha⁻¹ de N propiciou maior altura. Vale ressaltar que não ocorreu acamamento das plantas independente do tratamento. De acordo com Lopes et al. (2013) o valor máximo para a altura de plantas se deu com a dose de 137 kg ha⁻¹ de N, no arroz de terras altas sob plantio direto.

O número de panículas por metro quadrado e o número de grãos cheios por panícula ajustaram-se a equação quadrática, sendo que ambos apresentaram ápice com a dose estimada de 74,2 kg ha⁻¹ de N. Diferentemente, Fonseca et al. (2012) observaram resposta linear para número de panículas por metro quadrado e não verificaram diferença no número de grãos cheios por panícula com as doses de N.

A massa de 100 grãos de arroz de terras altas apresentou valores semelhantes em todos os tratamentos.

Para a produtividade de grãos de arroz, percebe-se que o uso da ureia comum proporcionou incremento de 15,6% sob o uso da ureia revestida. Diferentemente do resultado obtido, Cobucci et al. (2010) verificaram que o uso de ureia com polímero resultou no aumento de 6% na produtividade de arroz em relação a ureia comum. Os valores médios de produtividade responderam de forma quadrática, atingindo ápice com a dose de 67,9 kg ha⁻¹ de N. No trabalho de Fonseca et al. (2012) verificou-se que a produtividade atingiu o pico com a dose de 60 kg ha⁻¹, ou seja, próxima a dose observada no presente trabalho.

CONCLUSÃO

- A adubação de cobertura com ureia revestida em arroz de terras altas irrigado por

aspersão não se mostrou vantajosa em relação ao uso da ureia comum.

- Para a maioria dos componentes de produção e para a produtividade, a dose de nitrogênio entre 65 kg ha⁻¹ e 78 kg ha⁻¹ compreende a faixa adequada a ser aplicada em cobertura em arroz de terras altas irrigado por aspersão.

AGRADECIMENTOS

À EMBRAPA Arroz e Feijão, pelo fornecimento das sementes da cultivar BRS Esmeralda.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K. Calagem e adubação. In: SANTIAGO, C. M.; BRESEGHELLO, H. C. P.; FERREIRA, C. M. (Ed.) **Arroz: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 2013. p.37-73.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B van; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações técnicas de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC/Fundação IAC, 1997. p.43-70.

COBUCCI, T. et al. Eficiência do uso do nitrogênio pelo arroz de terras altas. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 29., 2010, Guarapari. **Anais...Viçosa: RBCS, 2010 p. 1-4. CD-ROM**.

DARIO, G. J. A.; DARIO, I. S. N. Adubação e correção da acidez. In: BORÉM, A.; NAKANO, P. H. (Ed.) **Arroz: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2015. cap.6.p.122-134.

FONSECA, A.E. et al. Preparo do solo e doses de nitrogênio em cobertura em arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 3, p. 246-253, jul/set. 2012. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/pat/article/view/16933/11443>>. Acesso em: 01 jun. 2015.

LOPES, R. A. et al. DOSES, FONTES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM ARROZ DE TERRAS ALTAS CULTIVADO EM SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 4, p. 79-87, out/dez. 2013. Disponível em: <http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/2874/pdf_73>. Acesso em: 01 jun. 2015.

MIYAZAWA, M. et al. Eficiência da adubação nitrogenada com ureia revestida por polímero na cultura do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Anais...** Campinas: IAC-ABMS, 2012. p. 1601-1607. 1 CD-ROM.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

SILVA, A. A. et al. Aplicação de diferentes fontes de ureia de liberação gradual na cultura do milho. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, Supplement 1, p. 104-111, mar. 2012. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/13242>>. Acesso em: 30 mai. 2015.

DOSES E MODOS DE APLICAÇÃO DE INOCULANTE CONTENDO *Azospirillum brasilense* EM ARROZ DE TERRAS ALTAS SAFRA 2013/14

Nayara Fernanda Siviero Garcia¹, Orivaldo Arf², Mayara Rodrigues³, José Roberto Portugal⁴, Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues², Amanda Ribeiro Peres⁴, Cleiton José Alves¹

Palavras-chave: fixação de nitrogênio, bactérias dizotróficas, cultivar IAC 202.

INTRODUÇÃO

O arroz é a terceira maior cultura cerealífera do mundo, de importância social e econômica, fazendo parte da alimentação básica dos brasileiros. O sistema de terras altas cultivado no Brasil corresponde aproximadamente a 24% da produção de grãos ocupando cerca de 49% da área cultivada com arroz no país.

De acordo com Fageria et al. (2011) e Nascente et al. (2011), o nitrogênio sendo um dos nutrientes mais importante para as culturas, também é fator limitante para o aumento da produtividade, e quando em excesso pode acarretar no aumento da altura de plantas, provocando acamamento e por essa razão deve estar disponível para as plantas em doses adequadas.

Com a busca por tecnologias para o fornecimento de N às culturas, com baixo custo e impacto ambiental reduzido, o uso de *Azospirillum brasilense* tem se mostrado viável para o suprimento de parte desse nutriente requerido pela cultura, através da fixação biológica de N (HUNGRIA et al., 2007).

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar modos de aplicação e doses de inoculante contendo *Azospirillum brasilense* em arroz de terras altas irrigado por aspersão.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no ano agrícola 2013/14 em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS, situado a aproximadamente 51° 22' de longitude Oeste de Greenwich e 20° 22' de Latitude Sul, com altitude de 335 m. O solo do local é do tipo Latossolo Vermelho distrófico argiloso (SANTOS et al., 2013). A precipitação média anual é de 1.370 mm, a temperatura média anual é de 23,5 °C e a umidade relativa do ar entre 70 e 80% (média anual).

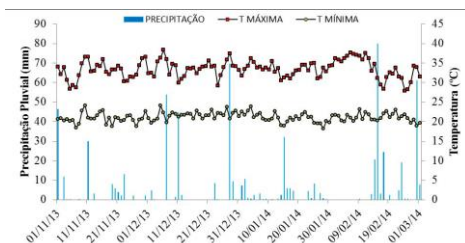


Figura 1. Dados climáticos durante o ciclo da cultura do arroz de terras altas de 01/11/2013 a 01/03/2014. Selvíria-MS.

¹ Engenheiro Agrônomo Mestrando UNESP – Ilha Solteira, Av. Brasil, 56 (Centro), Ilha Solteira (SP), E-mail: nayaragarcia.agro@gmail.com

² Professores da UNESP – Ilha Solteira.

³ Graduanda do Curso de Agronomia da UNESP – Ilha Solteira

⁴ Engenheiro Agrônomo Doutorando UNESP – Ilha Solteira.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso disposto em esquema fatorial 4x4. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de doses de inoculante contendo 2×10^8 células viáveis de *Azospirillum brasilense* por ml do produto comercial (testemunha sem inoculação, 100, 200 e 300 ml do produto comercial ha^{-1}) e modos de aplicação (inoculação das sementes, aplicação no sulco de semeadura, aplicação na forma de pulverização do solo logo após a semeadura seguida de irrigação com aproximadamente 10 mm de água e aplicação na forma de pulverização foliar por ocasião do início do perfilhamento das plantas), com 4 repetições.

Utilizou-se o preparo do solo por meio de escarificador e duas gradagens para nivelamento sendo a última às vésperas da semeadura. A semeadura foi realizada em 04/11/2013 utilizando quantidade de sementes necessária para se obter 180 plantas m^{-2} do cultivar IAC 202. As parcelas foram constituídas por cinco linhas de 4,5 m de comprimento espaçadas de 0,35 m entre si. A área útil foi constituída pelas três linhas centrais, desprezando-se 0,50 m em ambas as extremidades de cada linha.

A inoculação foi realizada à sombra, pouco antes da semeadura, com as estirpes Ab-V₅ e Ab-V₆ de *Azospirillum brasilense*. O inoculante utilizado apresentava 2×10^8 células viáveis por ml do produto comercial, utilizando-se a dose de acordo com cada tratamento (testemunha, 100, 200 e 300 ml ha^{-1}). Em pulverização no sulco de semeadura foi realizada pouco antes da semeadura utilizando-se pulverizador costal com vazão de 200 L ha^{-1} . A aplicação no solo foi realizada no dia posterior à semeadura, por volta das 16 horas, também utilizando pulverizador costal com vazão de 200 L ha^{-1} e no mesmo dia ocorreu chuva no período noturno. Já a aplicação via foliar foi realizada aos 15 DAE, por ocasião do início do perfilhamento das plantas. Nessa aplicação também foi utilizado pulverizador costal manual com vazão de 200 L ha^{-1} e a operação foi realizada entre 19:30 e 20:00h, com temperatura amena e pouco vento.

Utilizou-se por ocasião da semeadura 250 kg ha^{-1} da formulação 04-30-10 e a adubação em cobertura foi realizada aos 30 dias após a emergência das plantas, utilizando-se o sulfato de amônio como fonte. Logo após a aplicação foi realizada irrigação com uma lâmina de água de aproximadamente 10 mm. A dose utilizada foi de 42 kg ha^{-1} de N e definida em função da faixa de produtividade esperada e da classe de resposta do solo ao nitrogênio, aplicando-se 70% da recomendação. Em princípio, esperava-se que os outros 30% seriam fornecidos pelas bactérias diazotróficas.

O fornecimento de água foi realizado por um sistema fixo de irrigação por aspersão com precipitação média de 3,3 mm hora^{-1} nos aspersores. No manejo de água foram utilizados até três coeficientes de cultura (Kc), distribuídos em quatro períodos compreendidos entre a emergência e a colheita.

A colheita foi realizada manualmente, com auxílio de cutelo, e em seguida as plantas foram colocadas em sacos devidamente identificados e levados para trilha em trilhadora de parcelas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, ao teste de Tukey a 5% de probabilidade para os modos de aplicação e por regressão polinomial para o estudo das doses do inoculante, ajustando-se modelos de equações lineares e quadráticas significativas pelo teste F ($p < 0,01$ e $p < 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software SISVAR, desenvolvido por Ferreira (2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência de plantas de arroz ocorreu aos seis dias após a semeadura, em 11/11/2013, de modo uniforme em todos os tratamentos. Com relação ao florescimento pleno do arroz, este ocorreu aos 75 DAE e a maturação permitiu a colheita, da área útil de todas as parcelas, aos 105 DAE, em 24/02/2013.

Os resultados obtidos para o teor de nitrogênio foliar, altura de plantas, panículas por m^{-2} , massa de 100 grãos, número de grãos cheios por panícula e produtividade de grãos

estão apresentados na Tabela 1.

Verifica-se para o teor de nitrogênio foliar, altura de plantas e panículas por m², avaliados por ocasião do florescimento das plantas que tanto para modos de aplicação como para as doses de inoculante, não houve diferenças significativas entre os tratamentos para essas características avaliadas. Entretanto, constata-se que os valores de nitrogênio na folha bandeira, para todas as doses de inoculante, estiveram sempre na faixa apresentada por Raij et al. (1996) como sendo adequada (27-35 g kg⁻¹).

Para altura de plantas não se observou diferença significativa entre os tratamentos, sendo esta altura característica do cultivar, de porte médio não ocorrendo acamamento de plantas, confirmando os resultados obtidos com o mesmo cultivar IAC 202 por Arf et al. (2000).

Para produtividade e massa de 100 de grãos, não houve diferença para doses e modos de aplicação do inoculante contendo *Azospirillum brasilense*. Entretanto, observando os dados climáticos na Figura 1, nota-se que este ano de cultivo foi muito atípico, com elevadas temperaturas (temperatura máxima atingindo 35 a 40°C) e pouca precipitação principalmente nas fases em que a cultura mais precisava (estiagem de 19 dias), influenciando, consequentemente, em atraso na emissão de panículas, enchimento de grãos e nas médias de produtividade.

Em vários trabalhos com bactérias deste gênero observa-se são formadas associações entre o arroz e várias espécies de bactérias fixadoras de nitrogênio, podendo ser responsáveis por suprir as plantas e garantir a produção. No entanto, esses resultados são influenciados pela variedade do vegetal, estágio fisiológico do vegetal, tipo de solo, condições climáticas e competitividade (STURZ; NOWAK, 2000).

E para a análise de grãos cheios por panícula houve diferença significativa apenas para doses a 1% de probabilidade, sendo a dose de aproximadamente 200 ml ha⁻¹ do inoculante contendo *Azospirillum brasilense* a que apresentou maior média de grãos cheios. No entanto, mesmo com essa resposta no aumento do número de grãos cheios por panículas, o mesmo não foi suficiente para aumentar a produtividade de grãos.

De acordo com Martins et al (2013), utilizando doses e modos de aplicação do inoculante masterfix gramíneas em arroz de terras altas irrigado por aspersão, constatou que a aplicação em pulverização foliar utilizando 2 ou 3 doses do inoculante/ha apresentou resultados superior a ½ dose de n e igual a dose total de n mineral sendo portanto esta aplicação viável.

Tabela 1. Valores médios de componentes de produção e produtividade de arroz de terras altas em função de doses e modos de aplicação de inoculante contendo *Azospirillum brasilense*. Selvíria-MS, 2013/14.

Tratamentos	N foliar (g kg ⁻¹)	Altura de plantas (m)	Panículas m ²	Massa de 100 grãos (g)	Nº Grãos Cheios/ Panícula	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Modos de Aplicação (M)						
Solo	33,22	0,85	140	2,07	208	3.152
Sulco	33,19	0,84	137	2,07	184	2.882
Semente	34,06	0,86	120	2,06	216	3.707
Planta	33,01	0,85	135	2,07	201	2.920
Doses de Inoculante (D)						
Testemunha	33,08	0,84	131	2,10	172 ¹	3.403
100 ml ha ⁻¹	33,21	0,85	136	2,03	217	3.156
200 ml ha ⁻¹	32,97	0,85	131	2,07	206	3.020
300 ml ha ⁻¹	34,23	0,87	133	2,06	214	3.083

	M	1,10 ^{ns}	0,56 ^{ns}	1,02 ^{ns}	0,28 ^{ns}	2,38 ^{ns}	1,02 ^{ns}
Teste F	D	1,68 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,07 ^{ns}	2,52 ^{ns}	5,74 ^{**}	0,07 ^{ns}
	MxD	0,82 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,39 ^{ns}
CV (%)		5,38	4,74	26,64	3,11	17,18	28,93

ns – não significativo; ** e * – significativos a 1% e 5 % de probabilidade, respectivamente.

¹ 174,89187 + 0,39798x – 0,00094x² (R² = 79,30).

CONCLUSÃO

A inoculação com *Azospirillum brasilense* realizada via semente, no sulco de semeadura, no solo ou via foliar em diferentes doses não interferiu na maioria dos componentes de produção e produtividade de grãos, devido ao ano de cultivo atípico

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos para desenvolvimento do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FAGERIA, N. K. et al. Yield and yield components of upland rice as influenced by nitrogen sources. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v. 34, n. 3, p. 361-370, 2011.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2007. (SISVAR 5. 1.).

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja**: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80 p. (Embrapa Soja. Documentos, 283).

MARTINS, J.T.; ARF, O.; PORTUGAL, J.R.; RODRIGUES, R.A.F.; FRIGÉRIO, G.C.; GARCIA, N.F.S.; CORSINI, D.C.D.C.; CASSIOLATO, A.M.R. Doses E Modos De Aplicação do Inoculante Masterfix Gramíneas em Arroz de Terras Altas Irrigado por Aspersão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2013, 8. **Anais...**, 2013 Santa Maria – RS, 2013.

NASCENTE, A. S. et al. Produtividade do arroz de terras altas em função do manejo do solo e da época de aplicação de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 60-65, 2011.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. 2.ed Campinas, Instituto Agrônômico de Campinas, **Fundação IAC**, 1996. 285p.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

STURZ, A. V.; NOWAK, J. Endophytic communities of rhizobacteria and the strategies required to create yield enhancing associations with crops. **Applied soil Ecology**, v. 15, p. 183 – 190, 2000.

DOSES E PARCELAMENTO DE NITROGÊNIO PARA A CULTIVAR DE ARROZ SCS121 CL CULTIVADA EM SISTEMA DE SEMEADURA EM SOLO SECO COM IRRIGAÇÃO TARDIA

Fabiana Schmidt¹; Ronaldir Knoblauch²; Domingos Sávio Eberhardt³

Palavras-chave: arroz irrigado; adubação nitrogenada; rendimento de grãos.

INTRODUÇÃO

A cultivar de arroz irrigado SCS121 CL foi desenvolvida pela Epagri em parceria com a Basf S.A., tanto para cultivo no sistema pré-germinado como em semeadura em solo seco. Esta cultivar apresenta elevada tolerância aos herbicidas Only® e Kifix® possibilitando assim o controle das plantas daninhas, sem prejudicar o desempenho da cultura do arroz (SCHIOCCHE et al., 2015).

A semeadura do arroz em solo seco, com posterior alagamento do solo, tem sido apontada como alternativa para viabilizar o uso de herbicidas pré-emergentes, mudar o espectro de plantas daninhas predominantes e até mesmo como forma de viabilizar a rotação e/ou a sucessão de culturas (SOSBAI, 2014).

A adubação nitrogenada é um dos fatores responsáveis pelas altas produtividades do arroz irrigado. As doses de nitrogênio (N) para o arroz irrigado cultivado, tanto nos sistemas de semeadura em solo seco como pré-germinado, no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, são indicadas com base no teor de matéria orgânica no solo. Para o sistema de semeadura em solo seco recomenda-se aplicar entre 10 a 20kg de N por hectare na semeadura dependendo da expectativa de rendimento e do resíduo da cultura anterior, e o restante da dose, em cobertura (SOSBAI, 2014).

Todavia, para a cultivar SCS121CL, ainda não foi realizada nenhuma avaliação quanto à resposta à quantidade e ao parcelamento da aplicação de N. O objetivo do estudo foi quantificar o efeito da aplicação de doses e formas de parcelamento de N na produtividade de grãos do cultivar SCS121CL, semeado em solo seco com irrigação tardia.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado a campo, na safra 2014/15, na Estação Experimental Itajaí, em Itajaí, SC. O solo da área experimental é classificado como Cambissolo Háplico distrófico com as seguintes características químicas: pH em H₂O = 5,0; M.O = 2,3%; P = 13,3 mg dm⁻³; K = 92 mg dm⁻³; Ca = 1,3 cmol_c dm⁻³; Mg = 1,1 cmol_c dm⁻³; CTC pH7,0= 9,2 cmol_c dm⁻³ e argila= 410 g kg⁻¹.

A aplicação dos fertilizantes fosfatados e potássicos ocorreu por ocasião da semeadura do arroz e seguiu as recomendações da SOSBAI (2014), para o cultivo do arroz irrigado com semeadura em solo seco. Foram aplicados 100 kg ha⁻¹ de superfosfato triplo (45 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e 100 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio (60 kg ha⁻¹ de K₂O). A densidade de semeadura foi de 90 kg sementes ha⁻¹. As unidades experimentais foram constituídas por parcelas de 5m de comprimento e 3,3m de largura (16,5m²), separadas por bordadura de 0,5m entre as parcelas. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com quatro repetições.

Os cinco tratamentos testados foram: 1. Testemunha, sem aplicação de N; 2. Dose de 90 kg ha⁻¹ de N em 3 aplicações sendo: 30 kg ha⁻¹ na semeadura; 30 kg ha⁻¹ aos 20 dias após a germinação (DAG) e 30 kg ha⁻¹ aos 70 DAG (uma semana antes da diferenciação do primórdio floral) sobre a lâmina de água; 3. Dose de 90 kg ha⁻¹ de N em 4 aplicações sendo: 22,5 kg ha⁻¹ na semeadura; 22,5 kg ha⁻¹ aos 20 DAG; 22,5 kg ha⁻¹ aos 50 DAG

¹ Eng. Agrônoma, Dr^a, Epagri, Rodovia Antonio Heil, 6800 – Bairro Itaipava, Itajaí/SC, e mail: fabianaschmidt@epagri.sc.gov.br

² Eng. Agrônomo, Dr., Epagri

³ Eng. Agrônomo M.Sc., Epagri

(sobre a lâmina da água) e 22,5 kg ha⁻¹ aos 70 DAG (sobre a lâmina da água); 4. Dose de 120 kg ha⁻¹ de N em 3 aplicações sendo: 40 kg ha⁻¹ na semeadura; 40 kg ha⁻¹ aos 20 DAG e 40 kg ha⁻¹ aos 70 DAG (sobre a lâmina da água); 5. Dose de 120 kg ha⁻¹ de N em 4 aplicações sendo: 30 kg ha⁻¹ na semeadura; 30 kg ha⁻¹ aos 20 DAG; 30 kg ha⁻¹ aos 50 DAG (sobre a lâmina da água) e 30 kg ha⁻¹ aos 70 DAG (sobre a lâmina da água). A fonte aplicada para fornecer o N foi a ureia.

Para a estimativa da produtividade de grãos foi colhida uma área útil de 6,0 m² em cada parcela. O material colhido foi trilhado e coletadas amostras para a determinação da umidade, a qual foi corrigida para o teor de 13%.

Os dados de rendimento de grãos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, utilizando-se o programa estatístico R. Quando houve significância, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey (p<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adubação nitrogenada aumentou a produtividade da cultivar de arroz SCS 121CL quando comparada com a testemunha, sem aplicação de N (Tabela 1). Entretanto, a produtividade de grãos não diferiu significativamente entre as doses de N (90 e 120 kg ha⁻¹) e nem entre o número de aplicações (3 ou 4 vezes).

O índice de conversão do N aplicado em massa de grãos produzidos foi superior com a aplicação de 90 kg ha⁻¹ de N parcelado em 3 ou 4 aplicações comparativamente a dose de 120 kg ha⁻¹ de N. Este resultado mostrou que, na safra 2014/15, a utilização de 90 kg ha⁻¹ de N possibilitou a melhor eficiência técnica do uso da ureia, evitando desperdícios e custos financeiros adicionais.

A ausência de acréscimos significativos na produtividade de grãos ocorrida quando da aplicação de 120 Kg ha⁻¹ de N em relação a 90 Kg ha⁻¹ de N também pode ser atribuída às intensas chuvas ocorridas na fase de implantação da lavoura e no enchimento de grãos (dados não apresentados). Nesse caso, as intensas chuvas dificultaram a implantação da cultura e durante a fase reprodutiva o excesso de chuvas aliado a altas temperaturas afetaram a produtividade resultando em menor eficiência na utilização do N aplicado.

Por outro lado, o alagamento do solo, causado pelas chuvas, aumentou a disponibilidade de amônio no solo para todos os tratamentos (Tabela 1). Estes dois eventos climáticos, além de causarem menor produtividade de grãos nas doses mais altas de N, ocasionaram diminuição nas diferenças entre os tratamentos que receberam adubação nitrogenada e a testemunha (Tabela 1).

Tabela 1. Produtividade e índice de conversão do N aplicado em massa de grãos pelo arroz irrigado no sistema de semeadura em solo seco, em função de doses e parcelamento da adubação nitrogenada.

Dose e parcelamento do N	Produtividade	Índice de conversão
	----- kg ha ⁻¹ -----	Kg grão/kg N aplicado
Testemunha (0 kg ha ⁻¹)	6.406 b	X
90 kg ha ⁻¹ em 3 aplicações	8.246 a	20,44 a
90 kg ha ⁻¹ em 4 aplicações	8.213 a	20,07 a
120 kg ha ⁻¹ em 3 aplicações	8.546 a	17,63 b
120 kg ha ⁻¹ em 4 aplicações	8.423 a	16,81 b
Coefficiente de variação (%)	6,8	11,2

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Novos estudos devem ser conduzidos em condições diferenciadas de fertilidade do solo, para confirmar ou estabelecer a dose e o parcelamento da adubação nitrogenada mais

eficiente tecnicamente, em função da adoção do sistema de cultivo do arroz irrigado com semeadura em solo seco.

CONCLUSÃO

A aplicação da dose de 90 kg de N ha⁻¹ em 3 parcelamentos, uma na semeadura, outra imediatamente antes da irrigação e a terceira uma semana antes da diferenciação do primórdio floral (V7), foi suficiente para alcançar alta produtividade aliada a alto índice de conversão do N aplicado em massa de grãos produzidos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fapesc (Processo 6946/2011-9) e CNPq (Processo 562451/2010-2) pelo apoio financeiro para o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SCHIOCCHE, M. A.; MARSCHALEK, R.; ANDRADE, A. de; WICKERT, E.; EBERHARDT, D.S.; NOLDIN, J.A.; SCHEUERMANN, K.K.; HICKEL, E.R.; KNOBLAUCH, R.; MARTINS, G.N.; AGOSTINI, I. SCS-121CL – Nova cultivar de arroz irrigado da Epagri para o sistema Clearfield. XII Conferência internacional de arroz para América Latina e Caribe, Porto Alegre, RS. **Anais**. 2015, 232 p.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Bento Gonçalves, RS, 2014. 189 p. Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado, Bento Gonçalves, RS.

EFEITO DA TEMPERATURA BAIXA EM DIFERENTES PERÍODOS NOS ESTÁDIOS INICIAIS EM GENÓTIPOS DE ARROZ

Joseani da Silveira Talhaferro¹; Juliana Gomes Belarmino²; Cirineu Tolfo Bandeira³; Mitiel Santos da Silva¹; Cláudia Bombassaro Nunes¹; Guilherme Ribeiro⁴

Palavras-chave: *Oryza sativa*; germinação; plântulas; frio.

INTRODUÇÃO

A Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul se destaca por ser a principal região produtora de arroz deste estado, tendo esta cultura importância econômica e social para os municípios que compõe esta região. Neste estado, a época de semeadura para a cultura do arroz se estende de início de setembro até meados de dezembro, sendo considerada uma ampla janela de semeadura (SOSBAI, 2014).

As semeaduras no início da época de semeadura podem encontrar o solo com temperaturas baixas que, segundo Steinmetz (2004), a temperatura do solo exerce um papel de destaque nas fases iniciais da cultura e, em particular, na germinação e emergência, além dos genótipos responderem diferentemente em relação ao frio. Segundo Carvalho & Nakagawa (2012) a temperatura influencia a germinação tanto por agir sobre a velocidade de absorção de água como sobre as reações bioquímicas que ocorrem no processo de germinação.

A temperatura é um dos elementos climáticos de maior importância para o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade da cultura do arroz, possuindo temperaturas ideais para cada fase fenológica, tais como germinação, estabelecimento de plântula e desenvolvimento da raiz (STEINMETZ, 2004; SOSBAI, 2014). De acordo com os mesmos autores, as temperaturas mínima, máxima e ótima, respectivamente, na germinação é 10°C, 45°C e 20-35°C, para emergência e estabelecimento de plântula 12-13°C, 35°C e 25-30°C e desenvolvimento da raiz é 16°C, 35°C e 25-28°C.

A utilização de teste de frio, como por Miguel & Cicero (1999), baseia-se na avaliação da qualidade fisiológica de sementes em condições adversas. Onde o teste de vigor é utilizado como parâmetro de qualidade para avaliar o comportamento de diferentes genótipos em relação as baixas temperaturas, onde a época de semeadura pode coincidir com períodos de baixa temperatura. Garcia et al., (2013) identificou variabilidade genética para o caráter do estresse abiótico do frio no período de germinação e emergência, observando que os melhores são de origem japônica, reconhecidos por sua tolerância a baixas temperaturas.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas de arroz submetidas a diferentes períodos de baixa temperatura.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de sementes da Universidade Federal do Pampa, no Campus de Itaqui. Foram utilizadas sementes de arroz certificadas das cultivares IRGA 424, IRGA 426 e BRS Sinuelo CL. As sementes foram submetidas ao teste de germinação padrão (BRASIL, 2009) e modificações com diferentes períodos (horas) de temperatura baixa. Para tanto foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, as quais foram distribuídas em rolos de papel germitest constituídos de três folhas umedecidas, somente com água destilada em 2,5 vezes o peso do papel, posteriormente

¹ Graduanda em Agronomia, UNIPAMPA – Campus Itaqui, Luiz Joaquim de Sá Britto, joseanistalhaferro@gmail.com.

² Bacharel em Agronomia – Campus Itaqui.

³ Graduando em Agronomia e bolsista PET Agronomia, UNIPAMPA – Campus Itaqui.

⁴ Doutor e Docente da Universidade Federal do Pampa – Campus Itaqui.

colocados em sacos plásticos e conduzidos à câmara de germinação. Foram utilizadas duas câmaras de germinação, tipo B.O.D. (Demanda Biológica de Oxigênio), uma mantida com a temperatura de 25°C e a outra com 10°C. Para os tratamentos de frio os genótipos permaneceram por diferentes períodos: 24, 48 e 72 horas, na câmara de germinação à 10°C, e depois realocados para a câmara de 25°C. O tratamento testemunha, sem período de frio, permaneceu durante todo experimento na B.O.D. de 25°C.

As avaliações foram realizadas aos 14 dias após a instalação do experimento, com a contagem de germinação, expressa em porcentagem, a mensuração do comprimento da parte aérea e do sistema radicular das plântulas e com a determinação da massa de matéria seca das mesmas à 65°C durante 48 horas. A variável comprimento da parte aérea e radicular foram determinadas utilizando régua graduada, com resultados expressos em centímetros sendo avaliadas 20 plântulas aleatórias por tratamento, em cada repetição. Após a mensuração das plântulas, estas foram separadas a parte aérea das raízes, e colocadas em sacos de papel e transferidas para uma estufa de circulação de ar forçado e mantidas a temperatura de 65°C durante 24 horas; após as amostras foram retiradas e pesadas em balança de precisão de 0,0001 grama, obtendo os valores de massa de matéria seca, expressa em gramas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial, com quatro repetições, avaliando três cultivares e quatro tratamentos. Os dados foram submetidos a análise de variância e posterior teste de comparação de médias através do programa computacional GENES.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento não apresentou interação significativa entre os genótipos e os tratamentos, dessa forma, os resultados foram desdobrados em efeitos individuais. Ocorreu diferença estatística entre as cultivares somente para a variável comprimento da parte aérea (CPA), onde a cultivar IRGA 426 apresentou maior comprimento de parte aérea que as cultivares IRGA 424 e BRS Sinuelo CL (Tabela 1). De acordo com a SOSBAI (2014) a cultivar IRGA 426 é adaptada às condições de baixa temperatura do ar, apresentando boa tolerância ao frio na fase de plântula, este fato justifica o maior CPA. Já o IRGA 424 que apresenta boa adaptação às condições de temperatura média baixa (SOSBAI, 2014), não demonstrou no trabalho essa característica.

Para a variável germinação não foi constatada diferença entre as cultivares, este fato pode ser justificado com auxílio de Cruz & Milach (2000), onde explicam que a variação quanto à tolerância ao frio pode ser observada em outros estádios de desenvolvimento do arroz. As variáveis de comprimento do sistema radicular e massa seca de parte aérea e raiz não diferiram entre as cultivares, o que por avaliações de Menezes e Silveira (1995), o teste de frio modificado e a classificação do vigor de plântulas são capazes de estratificar diferentes lotes de arroz pelo vigor, se correlacionando positivamente com a emergência à campo.

Tabela 1. Médias para as variáveis: germinação, em %; comprimento de parte aérea (CPA), em cm; comprimento de raízes (CR), em cm; matéria seca da parte aérea (MSPA), em gramas; e matéria seca de raiz (MSR), em gramas, para as cultivares de arroz IRGA 424, IRGA 426 e BRS Sinuelo CL.

Genótipo	Germinação (%)	CPA (cm)	CR (cm)	MSPA (gramas)	MSR (gramas)
IRGA 424	93a*	7,95b	7,26a	0,11a	0,06a
IRGA 426	89a	8,44a	7,24a	0,11a	0,06a
BRS SINUELO	91a	7,60b	7,27a	0,12a	0,06a

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott Knott.

O efeito dos períodos de frio reduziu a germinação das cultivares quando permaneceram por 72 horas, já o comprimento da parte aérea começou a reduzir com 48 horas da temperatura de 10°C (Tabela 2). Estes resultados também foram observados por Mertz et al. (2009) onde o frio afetou negativamente a germinação e o desempenho inicial de plântulas de arroz, causando decréscimo das variáveis analisadas. O que explica a diferença de germinação, sendo a menor em 72 horas, é que a temperatura atua sobre a velocidade de absorção de água e nas reações bioquímicas que determinam todo o processo (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012). Para a matéria seca de parte aérea os tratamentos de 48 e 72 horas foram os que apresentaram menores valores, mantendo a tendência da CPA, pois a variável MSPA é obtida diretamente da parte aérea das plântulas. As variáveis comprimento e massa seca de raiz não evidenciaram diferença entre as temperaturas, mostrando que períodos de temperaturas baixas não interferiu no sistema radicular.

Tabela 2. Médias para as variáveis: germinação, em %; comprimento de parte aérea (CPA), em cm; comprimento de raízes (CR), em cm; matéria seca da parte aérea (MSPA), em gramas; e matéria seca de raiz (MSR), em gramas, em diferentes períodos de frio: sem frio, 24, 48 e 72 horas à 10°C.

Período de frio	Germinação (%)	CPA (cm)	CR (cm)	MSPA (gramas)	MSR (gramas)
0	94a*	8,67a	7,65a	0,12a	0,06a
24	92a	8,35a	7,12a	0,12a	0,06a
48	91a	7,73b	7,34a	0,11b	0,06a
72	87b	7,24b	6,92a	0,10b	0,05a

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott Knott.

A redução na porcentagem e na velocidade de germinação aumenta quando ocorrem condições ambientais adversas, como exemplo a baixa temperatura do ar, principalmente no subperíodo semeadura-emergência, resultando em um menor crescimento e desenvolvimento do arroz (SOSBAI, 2014). No intuito de solucionar o estresse por frio Cruz & Milach (2000), citam que o melhoramento para tolerância ao frio em arroz não é fácil. Dessa forma, identificar características que auxiliem o melhorista de plantas no desenvolvimento de cultivares com tolerância ao frio pode ser uma estratégia eficiente, principalmente nos estádios iniciais do desenvolvimento do arroz. Assim características como porcentagem de germinação e caracteres relacionados a parte aérea podem ser usados como estratégia de tolerância ao frio em arroz.

CONCLUSÃO

Períodos de 72 horas com temperatura de 10°C afetam a germinação e os caracteres de parte aérea como o comprimento e a matéria seca. Os cultivares avaliados apresentaram o mesmo comportamento para as variáveis estudadas, com exceção para o comprimento da parte aérea, onde o IRGA 426 evidenciou melhor desempenho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos colegas de grupo de pesquisa que sempre incansáveis estando à disposição de novas atividades em prol de conhecimento e a UNIPAMPA com o auxílio financeiro através da bolsa PBDA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ ACS, p. 147-220, 2009.
- CARVALHO, N. M. de.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, 5 ed., 2012.
- CRUZ, R. P. da; MILACH, S. C. K. Melhoramento genético para tolerância ao frio em arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 5, p. 909-917, 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782000000500031>>. Acesso em: 28 mai. 2015.
- GARCIA, N. da S. et al. Identificação de genótipos de arroz irrigado tolerantes ao frio no estágio de germinação-emergência. In: VIII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. **Anais...** 2013. Santa Maria, RS: CBAI, 2013. p. 4422-574. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/93074/1/trab-4422-574.pdf>>. Acesso em: 28 mai. 2015.
- MENEZES, N. L. de; SILVEIRA, T. L. D. da. Métodos para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de arroz. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 53, n. 3, p. 350-360, maio/ago. 1995. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161995000200025>>. Acesso em: 28 mai. 2015.
- MERTZ, L. M. et al. Alterações fisiológicas em sementes de arroz expostas ao frio na fase de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 254-262, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222009000200031>>. Acesso dia: 28 mai. 2015.
- MIGUEL, M. H.; CÍCERO, S. M. Teste de frio na avaliação do vigor de sementes de feijão. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n.4, p. 1233-1243, out./dez. 1999. Suplemento. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v56n4s0/a27v564s.pdf>>. Acesso em: 28 mai. 2015.
- SOSBAI. **Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil / XXX Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado**, 06 a 08 de agosto de 2014, Bento Gonçalves, RS, Brasil. Santa Maria: Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. Santa Maria, p. 192, 2014.
- STEINMETZ, S. Influência do clima na cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de. **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 45-48.
- TORRES, S. B. Testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 1, p. 55-59, 1998. Disponível em: <<http://www.abrates.org.br/revista/artigos/1998/v20n1/artigo10.pdf>>. Acesso em: 28 mai. 2015.

EFEITO DO EXTRATO DE CENOURA E DA PRESENÇA DE SAL SOBRE O ÍNDICE DE CLOROFILA E ÍNDICE DE BALANÇO DE NITROGÊNIO EM PLANTAS DE ARROZ BRS QUERÊNCIA

Cristina Copstein Cuchiara¹; Lariza Benedetti²; Gabriele Espinel Ávila²; Ítalo Lucas de Moraes²; Diogo da Silva Moura²; Giovana Helena Nahira Fülber Correa³ Sidnei Deuner⁴

Palavras-chave: *Oriza sativa* L., salinidade, tolerância, pigmentos.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oriza sativa* L.) é considerado o produto de maior importância econômica em muitos países em desenvolvimento. Cultivado e consumido em todos os continentes, o cereal se destaca pela adaptabilidade a diferentes condições de solo e clima e pela expressividade na produção e na área de cultivo, desempenhando papel estratégico como fonte de renda e de empregos, estando, desta forma, intimamente ligado à segurança alimentar e política (CAMPESTRINI et al., 2014).

A orizicultura é muito dependente da qualidade da água de irrigação, a qual está diretamente associada à salinidade (LARRÉ et al., 2014). A resposta das plantas à salinidade é um fenômeno complexo, envolvendo alterações em processos fisiológicos, bioquímicos e nutricionais (KRAMER; BOYER, 1995). Estas respostas inclusive causam mudanças morfológicas e alterações no crescimento, que na maioria das vezes, afetam negativamente a produtividade (BETTINI, 2015). Assim, estudos que minimizem os efeitos da alta salinidade em plantas de arroz são de extrema importância, a fim de garantir a sustentabilidade das lavouras nas áreas atingidas por este problema, principalmente nas lavouras do extremo sul do Rio Grande do Sul.

Compostos antioxidantes, como vitaminas, minerais, pigmentos naturais, enzimas e outros compostos vegetais, podem retardar ou prevenir significativamente o início ou a propagação de cadeias de reações de oxidação que são normalmente induzidas por diversos fatores de estresse, bióticos ou abióticos (PEREIRA; CARDOSO, 2012). Estudos relatam que a utilização de extrato de raízes de cenoura (*Daucus carota* L.) pode reduzir os danos celulares causados por radicais livres, devido a presença de elevado teor de vitamina A (como β -caroteno), proteínas, hidratos de carbono, gorduras e vitaminas B1, B2, B6, C, D e E, que são antioxidantes (BARANSKA et al., 2005).

No contexto acima, a aplicação de extratos de raízes de cenoura pode favorecer o desenvolvimento e induzir tolerância a estresses abióticos, como a salinidade, em plantas de arroz, sendo que tais mecanismos de ação podem estar relacionados a diferenças genotípicas. Visando o aprofundamento desses estudos, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o efeito do uso de extrato aquoso de raízes de cenoura como substrato para germinação e quantificar o índice de clorofila e o índice de balanço de nitrogênio em plantas de arroz cv. BRS Querência, em resposta a posterior presença de sal.

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de arroz, cv. BRS Querência (subespécie indica, sensível a salinidade), foram desinfestadas em hipoclorito de sódio 1% por 10 minutos e após, lavadas por seis vezes com água destilada. Posteriormente, as mesmas foram distribuídas em rolos de papel "germitest" umedecidos com quantidade de solução nos tratamentos (controle-água,

¹ Doutora em Fisiologia Vegetal, Departamento de Botânica/DB, Instituto de Biologia/IB, Universidade Federal de Pelotas/UFPel, Caixa Postal 354, CEP 96010 – 900, Capão do Leão, RS, Brasil, Fone: (53) 3275-7640/Fax: (53) 3275-7169, cccuchiara@hotmail.com

² Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, DB, IB, UFPel.

³ Graduando em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/FAEM, UFPel.

⁴ Professor Adjunto, DB, IB, UFPel.

10% e 20% de extrato de cenoura) em volume equivalente a 2,5 vezes o seu peso, onde permaneceram por 10 dias em BOD a 25 °C e 12 horas de fotoperíodo.

O extrato de cenoura foi obtido através da limpeza de suas raízes, seguidamente trituradas em centrífuga (modelo Mondial premium), utilizada para o processamento de suco de frutas, e seu extrato filtrado em papel filtro. Para atingir as concentrações estabelecidas, o extrato aquoso resultante foi diluído em água destilada.

Após o período em BOD, as plantas foram transferidas para vasos plásticos (8 litros), 10 por vaso, contendo solo e areia como substrato (proporção 2:1), permanecendo em aclimatização por duas semanas em casa de vegetação. Em seguida, os vasos contendo as plantas receberam lâmina de água, na presença ou ausência de salinidade, na forma de cloreto de sódio (NaCl), sendo submetidos os seguintes tratamentos: T1- Controle (água); T2- Solução salina (25 mM de NaCl); T3- Solução salina (75 mM de NaCl); T4- Solução salina (150 mM de NaCl); T5- Extrato de cenoura a 10%; T6- Extrato de cenoura a 10% + 25 mM de NaCl; T7- Extrato de cenoura a 10% + 75 mM de NaCl; T8- Extrato de cenoura a 10% + 150 mM de NaCl; T9- Extrato de cenoura a 20%; T10- Extrato de cenoura a 20% + 25 mM de NaCl; T11- Extrato de cenoura a 20% + 75 mM de NaCl e T12- Extrato de cenoura a 20% + 150 mM de NaCl. Para os tratamentos T2, T3 e T4, as plantas inicialmente germinadas em BOD em substrato com água foram submetidas à salinidade na água de irrigação em casa de vegetação. Para os tratamentos T5 e T9, após germinação em solução de extrato de cenoura nas respectivas concentrações foram cultivadas em casa de vegetação na ausência de salinidade e, os tratamentos T6, T7, T8, T10, T11 e T12, também germinados nas respectivas concentrações de extrato, foram cultivadas em casa de vegetação sob diferentes concentrações salinas na água de irrigação.

O índice de clorofila e de balanço de nitrogênio (NBI) foram avaliados aos sete, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA) da solução salina, com auxílio do clorofilômetro (modelo Dualex FORCE-A, Orsay, France), a partir da média das leituras realizadas em três plantas por vaso (seis por tratamento) da quarta folha completamente expandida.

O trabalho foi conduzido em blocos inteiramente casualizados constituído de 12 tratamentos e duas repetições. Os resultados foram submetidos à análise da variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos, apresentados na Figura 1, foi possível observar diferença significativa entre os tratamentos somente aos sete dias após a aplicação da solução salina para as variáveis analisadas ($p > 0,05$).

Aos sete dias, o tratamento T12 apresentou maior índice de clorofila quando comparado aos demais, diferindo dos tratamentos T2, T5, T6 e T7. A resposta obtida para T12 pode ser explicada pela aplicação de extrato de cenoura a 20%, uma vez que T9 (extrato a 20%) favoreceu o incremento do parâmetro em relação ao T1. Além disso, os valores obtidos do índice de clorofila nos tratamentos salinos (T2, T3 e T4) não diferiram dos apresentados no controle mostrando que o sal isoladamente não interferiu na avaliação.

A molécula de clorofila é essencial para a conversão da energia da luz em energia química e o seu conteúdo na folha está ligado com a resposta da planta ao estresse e senescência (LOBOS et al., 2012). A medida do índice de clorofila está intimamente relacionado com a oferta de nitrogênio da folha, uma vez que a maquinaria fotossintética é responsável por mais de metade do nitrogênio encontrado no órgão, de forma que a sua concentração fornece uma estimativa indireta do estado nutricional das mesmas (LOBOS et al., 2012). Segundo CAMPESTRINI et al. (2014), o nitrogênio é o nutriente que a planta de arroz mais acumula, influenciando diretamente em sua produtividade. Ele contribui para o aumento da área foliar da planta que, por sua vez, aumenta a eficiência de interceptação da radiação solar e da taxa fotossintética, consequentemente, melhora a produtividade de grãos (FAGERIA et al., 2003).

Tal relação entre o índice de clorofila e o índice de balanço de nitrogênio pode ser comprovada no presente estudo. Para essa última variável, os maiores valores foram observados em T9, T10, T11 e T12, sendo que T10 foi o mais expressivo e diferiu de T2, T4, T5 e T7. Esses resultados, assim no índice de clorofila, também demonstram o efeito positivo do extrato de cenoura a 20% nos tratamentos irrigados com a maior concentração de solução salina.

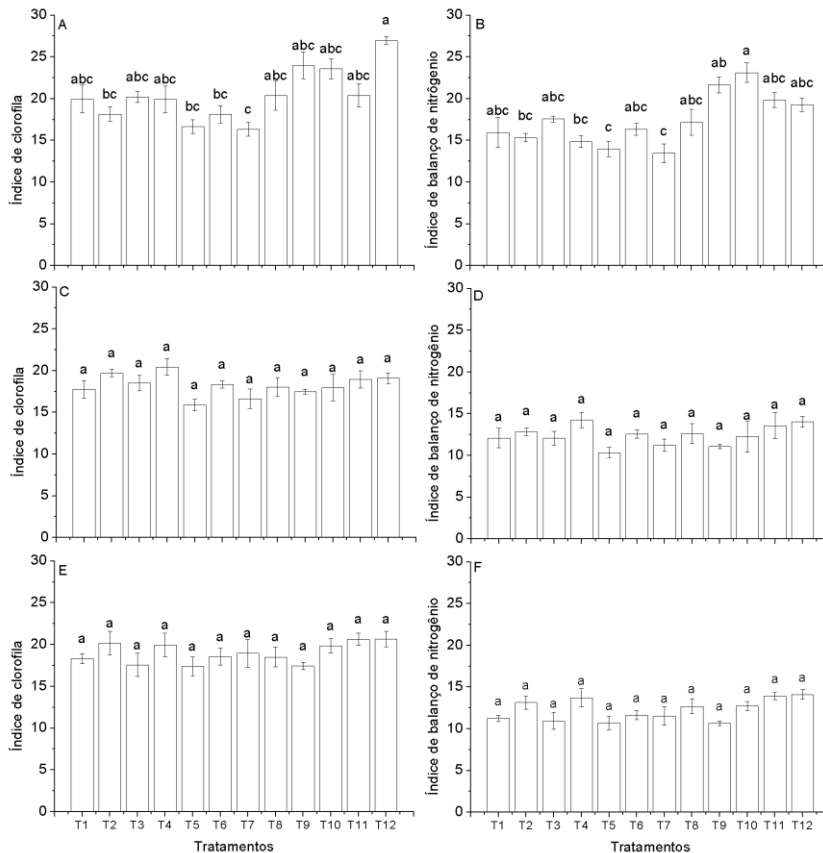


Figura 1. Índice de clorofila (A, C e E) e índice de balanço de nitrogênio (B, D e F) avaliado aos sete, 14 e 21 dias após aplicação da solução salina em arroz cv. BRS Querência, respectivamente. Letras minúsculas distintas diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Barra indica erro padrão da média.

Com base nessas análises, pode-se verificar o efeito benéfico do pré-tratamento com extrato de raízes de cenoura quando combinado as diferentes concentrações de sais (T10, T11 e T12) nas duas variáveis. Esse efeito pode ser atribuído a presença de vitaminas, como β -caroteno, que em baixas concentrações, influenciam o crescimento das plantas, regulam muitos processos fisiológicos, tais como a síntese de enzimas e co-enzimas e conferem proteção as plantas contra os efeitos do estresse (ABBAS;

CONCLUSÃO

A utilização de extrato de cenoura a 20%, como produto antioxidante, aumentou o índice de clorofila e o índice de balanço de nitrogênio em plantas de arroz cv. Querência irrigadas com os tratamentos salinos.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBAS, S.M.; AKLADIOUS, S.A. Application of carrot root extract induced salinity tolerance in cowpea (*Vigna sinensis* L.) seedlings. **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v. 45, n. 3, p. 795-806, jun. 2013. Disponível em: <[http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/45\(3\)/11.pdf](http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/45(3)/11.pdf)> Acesso em: 15 jun. 2015.
- BARANSKA, M. et al. In situ simultaneous analysis of polyacetylenes, carotenoids and polysaccharides in carrot roots. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Freising, v. 53, n. 17, p. 6565-6571, jul. 2005. Disponível em: <<http://www2.chemia.uj.edu.pl/~malek/2005Baranska10.pdf>> Acesso em: 13 jun. 2015.
- BETTINI, M. O. **Aplicação de extratos de algas marinhas em cafeeiro sob deficiência hídrica e estresse salino**. 2015. 173 p. Tese (Doutorado em Agronomia / Irrigação e Drenagem) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- CAMPESTRINI, R. et al. Eficiência de genótipos de arroz no uso de nitrogênio em solos de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 19, n. 1, p. 25-32, jan./jun. 2014. Disponível em: <<http://pap.emnuvens.com.br/pap/article/view/pap.2014.005/39>>. Acesso em: 13 jun. 2015.
- FAGERIA, N. K. et al. Nutrient management for improving lowland rice productivity and sustainability. **Advances in Agronomy**, New York, v. 80, p. 63- 152, nov. 2003. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065211303800032>>. Acesso em: 17 jun. 2015.
- KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. (Ed.). **Water relations of plants and soils**. San Diego, California: Academic Press, 1995.
- LARRÉ et al. Influência do 24-epibrassinolídeo na tolerância ao estresse salino em plântulas de arroz. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 67-76, jan./fev. 2014. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/11049>> Acesso em: 13 jun. 2015.
- LOBOS, G. A. et al. Spectral irradiance, gas exchange characteristics and leaf traits of *Vaccinium corymbosum* L. "Elliott" grown under photo selective nets. **Environmental and Experimental Botany**, Amsterdam, v. 75, p. 142-149, jan. 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098847211002085>> Acesso em: 15 jun. 2015.
- PEREIRA, R.J.; CARDOSO, M. das G. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 3, n.4, p. 146-152, nov. 2012. Disponível em: <<http://revista.uft.edu.br/index.php/JBB/article/viewFile/386/268>> Acesso em: 13 jun. 2015.

EFEITO DO MANEJO DE ÁGUA NA ABSORÇÃO DE MACRONUTRIENTES NO CULTIVO DE ARROZ EM HUMAITÁ-AM

Vairton Radmann¹; Rogério Oliveira de Sousa²; Ledemar Carlos Vahl³; Half Weinberg Corrêa Jordão⁴; Ramilyle Junior Lourenço Ramos⁴; Tiago Brambilla Leonardi⁴; Cristiano Weinert⁵

Palavras-chave: **Oxirredução, solo saturado, campos naturais.**

INTRODUÇÃO

Nas condições de alagamento contínuo ou de saturação do solo por água ocorrem modificações em seus atributos físicos, químicos, eletroquímicos e biológicos. A presença de uma lâmina de água sobre o solo promove a mudança de um ambiente oxidado para um ambiente reduzido, em decorrência da atividade dos microrganismos anaeróbios. A principal alteração química que ocorre, é a redução do ferro da forma Fe^{3+} (forma férrica) para Fe^{2+} (forma ferrosa), aumentando a sua solubilidade, influenciando nas características eletroquímicas do solo, no equilíbrio de outros nutrientes, e consequentemente aumentando a sua quantidade na solução do solo, podendo chegar a níveis tóxicos às plantas de arroz (SOUSA et al., 2010).

Os solos da região dos campos naturais do município de Humaitá-AM apresentam elevada umidade em boa parte dos meses do ano, associado principalmente ao alto índice de precipitação pluviométrica, com média anual de 2.361mm em dois períodos distintos: o primeiro (chuvoso) com nove meses de duração, somando uma precipitação média de 2.224mm e o segundo período considerado mais seco, apresentando uma média de 137mm. Além da precipitação pluviométrica, contribui para manter elevada a umidade do solo no período chuvoso, a baixa profundidade do lençol freático na maior parte do período, a topografia relativamente plana e a baixa condutividade hidráulica do solo (BRAUN; RAMOS, 1959). Esses fatores podem favorecer a exploração do cultivo de arroz irrigado através de sistemas que permitam economia no uso de água, utilizando diferentes manejos da água de irrigação, sendo com lâmina de água contínua (inundado), solo saturado (saturado) e fornecimento somente por precipitação pluvial (natural).

Os diferentes manejos de água no cultivo de arroz afetam a disponibilidade de nutrientes na solução do solo, consequentemente, podem afetar o teor de nutrientes no tecido das plantas.

Alguns autores apontam diferenças entre genótipos de arroz quanto ao uso eficiente de nutrientes, atribuído à mudança nas características morfológicas e fisiológicas das plantas (FAGERIA et al., 1995).

Diante do exposto, o objetivo do estudo foi avaliar a matéria seca da parte aérea (MSPA) e o teor de macronutrientes no tecido do arroz submetido a diferentes manejos da água em três cultivares, em área de campos naturais no município de Humaitá, Estado do Amazonas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área de campo natural cultivado com arroz em anos anteriores no município de Humaitá – AM, nos meses de dezembro a março (período

¹Eng. Agr., Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água, Universidade Federal de Pelotas - UFPel, FAEM/UFPel, Campus Universitário Capão do Leão, s/n, Capão do Leão-RS, Cx. Postal 354, CEP 96010-900, vairtonhumaita.am@gmail.com.

²Eng. Agr., Doutor em Ciência do Solo, Professor Associado do Departamento de Solos, FAEM/UFPel.

³Eng. Agr., Doutor em Ciência do Solo, Professor Associado do Departamento de Solos, FAEM/UFPel.

⁴Graduando em Agronomia, Instituto de Educação Agricultura e Ambiente – IEAA/UFAM.

⁵Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas - UFPel, FAEM/UFPel.

chuvoso). O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados, num esquema fatorial em parcelas divididas, com quatro repetições. Os fatores testados foram: Manejo de Água e Cultivares. Os níveis do fator Manejo de Água foram irrigação por inundação (inundado), saturação (saturado) e fornecimento somente por precipitação pluvial (natural); e de Cultivares, os níveis BRS Tropical, IRGA 417 e Roraima. Para os extratos de parcela e sub parcela, foram atribuídos os níveis dos fatores Manejo de Água e Cultivares, respectivamente.

O solo do local é classificado como Cambissolo Háplico Alítico plíntico textura franco argilo-siltosa (CAMPOS, 2009). A análise química do solo apresentou os seguintes resultados: pH (H₂O) = 5,44; M.O. = 16,99 g kg⁻¹; P = 1 mg dm⁻³; K = 29 mg dm⁻³; Ca = 1,20 cmol_c dm⁻³; Mg = 1,06 cmol_c dm⁻³; Al = 1,61 cmol_c dm⁻³; H+Al = 3,30 cmol_c dm⁻³. A correção do solo e adubação na cultura do arroz irrigado foi baseada na recomendação para o cerrado (SOUZA & LOBATO, 2004). A adubação de base na ocasião da semeadura foi de 33 kg ha⁻¹ de N, 195 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 77 kg ha⁻¹ de K₂O e 67 Kg ha⁻¹ de FTE BR-12 (9 % de Zn, 1,8 % de B, 0,8 % de Cu, 2 % de Mn, 3,0 % de Fe e 0,1 % de Mo). Essa adubação foi aplicada na forma de NPK do formulado 06-24-14 misturado ao superfosfato triplo e FTE BR12. Na adubação de cobertura foi realizada a aplicação de N e K₂O. A dose de nitrogênio (160 Kg ha⁻¹ de N na forma de ureia) foi parcelada em três aplicações realizadas por ocasião do início do perfilhamento, desenvolvimento completo da 8ª folha e na diferenciação do primórdio floral. A dose de cloreto de potássio (KCl) em cobertura (60 + 60 Kg ha⁻¹ de K₂O) foi realizada junto com a segunda e terceira aplicação de ureia.

O início da irrigação ocorreu 15 dias após a semeadura (DAS) nos níveis inundado e saturado. No sistema inundado foi mantida uma altura média de lâmina de 4 centímetros até 66 DAS. Após, a altura da lâmina foi aumentada para 8 centímetros, a qual foi mantida até a colheita. No sistema saturado o solo permaneceu saturado do início da irrigação até o final do cultivo.

No final da fase de emborrachamento (R₂), efetuou-se a coleta de 3 amostras aleatórias com 0,25m² de área em cada sub parcela (cultivar). Estas foram secas em estufa a 65°C e posteriormente moídas. A análise de tecido para determinar a matéria seca da parte aérea (MSPA) e os macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio) foi realizada no laboratório do departamento de solos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel e seguiu a metodologia descrita em Tedesco et al., 1995.

Para avaliação dos efeitos descritos no modelo estatístico, foi realizada a análise da variância (ANOVA). Quando observados efeitos significativos, procederam-se comparações de médias pelo teste de Tukey para as hipóteses de interesse. Para ambos os procedimentos, foi considerado um nível de significância de 5%. Todos os procedimentos de análise dos dados foram realizados com auxílio do software estatístico R (R CORE TEAM, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as médias dos tratamentos estudados e o teste de comparações de médias quando observado efeito significativo na análise de variância (ANOVA). A interação dos fatores foi significativa somente para a MSPA e o teor de Ca. O fator Manejo de Água apresentou efeito principal significativo para os teores de N, P, K e Mg no tecido. O efeito principal significativo de o fator Cultivar foi observado para as variáveis N, K e Mg.

Os teores de K, Ca e Mg do tecido apresentaram-se em faixa adequada, segundo critérios de interpretação descritos em Fageria (1984). Os teores de P estão em faixa adequada em todos os tratamentos (REUTER et al., 1997).

As médias de MSPA não diferiram significativamente em relação aos manejos natural e inundado para as cultivares BRS Tropical e IRGA 417 e entre os tratamentos de manejos para a cultivar Roraima. As médias de MSPA nas cultivares IRGA 417 e BRS Tropical foram superiores em comparação a cultivar Roraima no manejo inundado. Apenas a cultivar BRS

Tropical foi superior no manejo natural.

A maior média do teor de N no tecido foi observada no manejo natural, diferindo dos demais. O elevado índice pluviométrico pode ter contribuído para incorporar o N ao solo e minimizar as perdas no manejo natural, consequentemente, aumentando o N disponível no solo e seu teor no tecido.

Tabela 1. Desdobramentos das Interações dos fatores manejos de água e cultivares para as variáveis massa seca da parte aérea (MSPA) e teores de N, P, K, Ca e Mg no tecido em plantas de arroz.

Manejos de água	Cultivares			Média
	Roraima	BRS Tropical	IRGA 417	
	-----MSPA (g m ⁻²)-----			
Natural	690,88 b A	846,56 a A	810,16 ab AB	782,52
Saturado	596,16 a A	626,36 a B	711,16 a B	664,20
Inundado	588,56 b A	747,24 a A	840,08 a A	725,28
Média	644,80	740,08	787,12	
	-----N (g kg ⁻¹)-----			
Natural	18,21	17,97	16,54	17,57 A
Saturado	17,41	13,77	13,98	15,05 B
Inundado	16,87	14,45	14,62	15,31 B
Média	17,50 a	15,40 b	15,05 b	
	-----P (g kg ⁻¹)-----			
Natural	1,47	1,59	1,40	1,49 B
Saturado	2,01	2,00	2,00	2,00 A
Inundado	2,35	2,51	2,11	2,32 A
Média	1,94 a	2,04 a	1,84 a	
	-----K (g kg ⁻¹)-----			
Natural	20,64	18,40	20,20	19,75 B
Saturado	21,87	18,98	22,86	21,24 AB
Inundado	22,42	20,86	21,64	21,64 A
Média	21,64 a	19,41 b	21,57 a	
	-----Ca (g kg ⁻¹)-----			
Natural	3,39 a AB	2,99 ab A	2,97 b B	3,12
Saturado	3,55 a A	2,65 b A	3,20 a AB	3,13
Inundado	3,09 ab B	2,78 b A	3,48 a A	3,12
Média	3,34	2,80	3,22	
	-----Mg (g kg ⁻¹)-----			
Natural	2,79	2,78	3,26	2,94 A
Saturado	2,12	1,86	2,21	2,07 B
Inundado	1,88	1,71	1,94	1,84 B
Média	2,27 ab	2,12 b	2,47 a	

¹Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O teor de P nos manejos inundado e saturado foi superior ao natural. A maior concentração de P no tecido pode ser explicada pelo aumento da concentração de P na solução em solo inundado, principalmente devido à redução dos compostos férricos para formas ferrosas, com liberação do fósforo retido por adsorção ou por ligação química específica (SOUSA et al., 2010).

O teor médio de K no tecido do arroz no manejo inundado foi maior do que no natural, mas não diferiu do saturado, que, por sua vez, não diferiu do natural. Em relação aos teores de Ca houve interação entre os fatores, sendo que o maior teor de Ca foi observado no manejo inundado em comparação ao natural na cultivar IRGA 417, o mesmo não acontecendo na cultivar Roraima, pois em ambos os manejos o teor não difere.

A maior concentração de K e Ca no tecido é resultado da maior concentração desses nutrientes na solução em solos inundados. Segundo Sousa et al., 2010, em solos inundados ocorre a redução do Mn⁴⁺ para Mn²⁺ e Fe³⁺ para Fe²⁺, aumentando seus teores na solução. Os maiores teores de Mn²⁺ e Fe²⁺ na solução do solo inundado contribuem para que

ocorram maiores teores de K, Ca^{2+} e Mg^{2+} , pois estes são deslocados da fase trocável para a solução do solo pelo Mn^{2+} e Fe^{2+} . De forma negativa, o excesso de Fe^{2+} na solução do solo pode ter contribuído para inibir a absorção de Mg e conseqüentemente, menor teor no tecido no manejo inundado.

As cultivares diferem-se entre si quanto aos teores de nutrientes no tecido, com exceção para o P. O uso eficiente de nutrientes em alguns genótipos é atribuído à mudança nas características morfológicas e fisiológicas das plantas (FAGERIA et al., 1995).

CONCLUSÃO

O manejo inundado proporcionou aumentou nos teores de P e K no tecido. Os manejos inundado e saturado diminuíram os teores de N e Mg. Em solos com níveis adequados de nutrientes, a produção de MSPA não difere nos manejos inundado e natural em condições de elevada precipitação pluviométrica.

AGRADECIMENTOS

A FAPEAM pela concessão de bolsa de estudo (Programa RH-Doutorado-FAPEAM). A UFAM e UFPEL pelo apoio a pesquisa e realização do Doutorado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAUN, E.H.G.; RAMOS, J.R.A. Estudo agroecológico dos campos Puciari-Humaitá (Estado do Amazonas e Território Federal de Rondônia). **Revista Brasileira de Geografia**. 21: p. 443-497, 1959.
- CAMPOS, M.C.C. **Pedogeomorfologia aplicada á ambientes amazônicos do médio Rio Madeira**. 2009. 242f. Tese (Doutorado em Ciências do Solo)- Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2009.
- FAGERIA, N. K. et al. Resposta de genótipos de arroz de sequeiro favorecido a fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 9, p. 1155-1161, set. 1995. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/97645/1/pab9503set.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2015.
- FAGERIA, N.K. Adubação e nutrição mineral da cultura de arroz. Rio de Janeiro: campus; Goiânia: Embrapa, 1984. 341p.
- R Core Team (2012). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em 7 jul. 2010.
- REUTER, D.J.; ROBINSON, J.B. Plant analysis: an interpretation manual. 2º ed. Austrália, 1997.
- SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.
- SOUSA, R.O.; CAMARGO, F.A.O.; VAHL, L.C. Solos alagados (reações de redox). In: MEURER, E.J. (editor). **Fundamentos de química do solo**. 4.ed. Porto Alegre: Evangraf, 2010. p.171-195.
- TEDESCO, M. J., GIANELLO, G., BISSANI, C. A. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2 ed. rev. e ampliada. Porto Alegre-RS: Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, 1995, 174p.

EFEITO DO MANEJO DE ÁGUA NA ABSORÇÃO DE MICRONUTRIENTES NO CULTIVO DE ARROZ EM HUMAITÁ-AM

Cristiano Weinert¹; Rogério Oliveira de Sousa²; Vairton Radmann³; Half Weinberg Corrêa Jordão⁴; Tiago Brambilla Leonardi⁴; Ranylle Junior Lourenço Ramos⁴; Thaís Antolini Veçozzi⁵; Ana Paula Rocha Neves⁶

Palavras-chave: nutrição, oxirredução, campos naturais.

INTRODUÇÃO

O município de Humaitá localizado na região sul do estado do Amazonas, concentra extensas áreas de campos naturais onde é realizado o cultivo de arroz (*oryza sativa* L.) de terras altas no período chuvoso. A região possui um grande potencial para o cultivo do arroz devido às propriedades do solo e ao clima. No entanto, a produtividade do arroz de terras altas no Estado do Amazonas (2.288 kg ha⁻¹) é inferior a do arroz irrigado por alagamento contínuo do solo cultivado em outras regiões do país, como no Estado do Rio Grande do Sul (7.500 kg ha⁻¹) (CONAB, 2015). As mudanças no estado de oxirredução do solo decorrentes do alagamento, como a diminuição dos valores de potencial redox (Eh) e aumento do pH, em solos ácidos, são favoráveis à nutrição do arroz. No entanto, estas alterações podem acarretar efeitos adversos às plantas, como toxidez de Fe e Mn e diminuição das concentrações de Zn e Cu. Alguns solos são mais propensos à toxidez por Fe, como solos sulfatados extremamente ácidos, solos arenosos moderadamente ácidos e mal drenados, de baixa CTC e de baixa fertilidade natural; solos aluviais argilosos, ácidos ou moderadamente ácidos e com baixa CTC (SOUSA, 2010). A disponibilidade de Zn diminui após o alagamento do solo, devido, possivelmente, à precipitação do Zn(OH)₂ como efeito do aumento do pH, à precipitação do ZnCO₃ como consequência do acúmulo de CO₂, resultado da decomposição da matéria orgânica, e à precipitação do ZnS em ambiente de solo altamente reduzido (CAMARGO et al., 1999).

No entanto, deficiência de zinco também é comum nos solos de campos naturais da região Sul do Amazonas cultivados com arroz (RADMANN, 2011). Baixo teor natural e a calagem são as principais causas das deficiências de micronutrientes em solos cultivados com arroz de terras altas (BARBOSA FILHO, 1999).

Em função do exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar o teor de micronutrientes no tecido do arroz submetido a diferentes manejos da água em três cultivares, em áreas de campos naturais no município de Humaitá, Estado do Amazonas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área de campo natural cultivado com arroz em anos anteriores no município de Humaitá – AM, nos meses de dezembro a março (período chuvoso). O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados, num esquema fatorial em parcelas divididas, com quatro repetições. Os fatores testados foram: Manejo de Água e Cultivares. Os níveis do fator Manejo de Água foram irrigação por inundação (inundado), irrigação até a saturação (saturado) e fornecimento somente por precipitação pluvial (natural); e de Cultivares, os níveis BRS Tropical, IRGA 417 e Roraima. Para os extratos de parcela e sub parcela, foram atribuídos os níveis dos fatores Manejo de Água e

¹ Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas - UFPel, FAEM/UFPel, Campus Universitário Capão do Leão, s/n, Capão do Leão-RS, Cx. Postal 354, CEP 96010-900, cristianoweinert@gmail.com.

² Eng. Agr., Doutor em Ciência do Solo, Professor Associado do Departamento de Solos, FAEM/UFPel.

³ Eng. Agr., Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água.

⁴ Graduandos do Curso de Agronomia, Instituto de Aducação Agricultura e Ambiente – IEAA/UFAM.

⁵ Doutoranda Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água, UFPel.

⁶ Eng. Ambiental, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água.

Cultivares, respectivamente. O solo do local é classificado como Cambissolo Háplico Alítico plíntico textura franco argilo-siltosa (CAMPOS, 2009). A análise química do solo apresentou os seguintes resultados: pH (H_2O) = 5,44; M.O. = 16,99 g kg⁻¹; P = 1 mg dm⁻³; K = 29 mg dm⁻³; Ca = 1,20 cmol_c dm⁻³; Mg = 1,06 cmol_c dm⁻³; Al = 1,61 cmol_c dm⁻³; H+Al = 3,30 cmol_c dm⁻³. A correção do solo e adubação na cultura do arroz irrigado foi baseada na recomendação para o cerrado (SOUZA & LOBATO, 2004). A adubação de base na ocasião da semeadura foi de 33 kg ha⁻¹ de N, 195 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 77 kg ha⁻¹ de K₂O e 67 Kg ha⁻¹ de FTE BR12. Essa adubação foi aplicada na forma de NPK do formulado 06-24-14 misturado ao superfosfato triplo e FTE BR12. Na adubação de cobertura foi realizada a aplicação de N e K₂O. A dose de nitrogênio (160 Kg ha⁻¹ de N na forma de ureia) foi parcelada em três aplicações realizadas por ocasião do início do perfilhamento, desenvolvimento completo da 8ª folha e na diferenciação do primórdio floral. A dose de cloreto de potássio (KCl) em cobertura (60 + 60 Kg ha⁻¹ de K₂O) foi realizada junto com a segunda e terceira aplicação de ureia. O controle fitossanitário seguiu as recomendações técnicas para a cultura do arroz descritas em EMBRAPA (2009).

O início da irrigação ocorreu 15 dias após a semeadura (DAS) nos níveis inundado e saturado. No sistema inundado foi mantida uma altura média de lâmina de 4 centímetros até 66 DAS. Após, a altura da lâmina foi aumentada para 8 centímetros, a qual foi mantida até a colheita. No sistema saturado o solo permaneceu nessa condição do início da irrigação até o final do cultivo.

No final da fase de emborrachamento (R₂), efetuou-se a coleta de 3 amostras aleatórias com 0,25m² de área em cada sub parcela (cultivar). Estas foram secas em estufa a 65°C e posteriormente moídas. A análise de tecido para determinar os micronutrientes (manganês, ferro, zinco e cobre) foi realizada no laboratório do departamento de solos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel e seguiu a metodologia descrita em Tedesco et al., 1995.

Para avaliação dos efeitos descritos no modelo estatístico, foi realizada a análise de variância (ANOVA). Quando observados efeitos significativos, procederam-se comparações de médias pelo teste de Tukey para as hipóteses de interesse. Para ambos os procedimentos, foi considerado um nível de significância de 5%. Todos os procedimentos de análise dos dados foram realizados com auxílio do software estatístico R (R CORE TEAM, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as probabilidades associadas às estatísticas F obtidas pela ANOVA. Não foram observados efeitos significativos da interação Manejos de água e Cultivares para todas as variáveis avaliadas neste estudo. O fator Manejo de água apresentou efeito principal significativo para as quatro variáveis estudadas. O efeito principal significativo de o fator Cultivar foi observado para as variáveis Fe e Cu.

Tabela 1: Probabilidade “p” associada à estatística F calculada na ANOVA, para as variáveis Mn, Fe, Zn e Cu em tecido de planta mg kg⁻¹.

Efeito	Mn	Fe	Zn	Cu
Manejos	0,001***	0,001***	0,002**	0,014*
Cultivares	0,125	0,001***	0,985	0,005**
Cultivar x Manejo	0,120	0,069	0,266	0,202

* significativo a 5%, ** significativo a 1%, *** significativo a 0,1%.

Os resultados apresentados na Tabela 2 demonstram que os manejos inundado e saturado proporcionaram teores de Fe no tecido superior ao natural, em decorrência das mudanças no estado de oxirredução do solo. Compostos como o Fe que estava oxidado (Fe³⁺) passam para seu estado reduzido (Fe²⁺), levando ao aumento da concentração de Fe²⁺ na solução do solo, forma em que este nutriente fica mais disponível as plantas.

Tabela 2: Comparação das médias dos níveis do fator manejo de água pelo teste Tukey a 5% de probabilidade*, para as variáveis Mn, Fe, Zn, Cu em tecido de planta.

Nível	Mn	Fe	Zn	Cu
	----- (mg kg ⁻¹) -----			
Natural	302,44 a	136,57 b	72,43 a	10,67 b
Saturado	194,25 b	217,59 a	60,37 b	12,20 a
Inundado	104,45 c	253,41 a	59,84 b	10,40 b

*médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de significância adotado.

O teor de Mn no tecido foi maior no manejo natural em comparação ao saturado, este por sua vez, superior ao inundado. Isto pode ter ocorrido pelos diferentes valores de pH do solo, pois o pH mais ácido favorece a disponibilidade do Mn. O pH ácido (5,44) do solo no manejo natural pode ter contribuído para um aumento de Mn nesse tratamento. Nos manejos inundado e saturado, o pH elevou a valores em torno de 6,40 e 6,10, respectivamente (resultados apresentados em Radmann et al., 2014). Assim, quanto mais intenso o processo de oxirredução pelo manejo de água, maior foi o pH e consequentemente menor a disponibilidade de Mn.

No manejo natural o teor de Zn foi maior em relação ao inundado e saturado, que não diferiram estatisticamente entre si. Baixos teores deste nutriente estão relacionados ao aumento do pH do solo, em função da saturação do solo facilitar a formação de compostos de baixa solubilidade, reduzindo a concentração do Zn na solução do solo e consequentemente a sua absorção pela planta (FAGERIA & SANTOS 2004).

O manejo saturado apresentou maior teor de Cu do que o natural e o inundado. A absorção de Cu está relacionada com o metabolismo das plantas e é fortemente inibida por outros cátions bivalente, como Zn²⁺ (FAGERIA & SANTOS 2013).

Na avaliação das cultivares (Tabela 3), o maior teor médio de Fe foi observado na cultivar IRGA 417 em relação às demais. A cultivar IRGA 417 apresentou teor de Cu igual e superior as cultivar BRS Tropical e Roraima, respectivamente. A cultivar IRGA 417 é susceptível a toxidez por Fe, característica oposta a da Roraima, que é tolerante (CORDEIRO, 2009).

A interpretação dos teores de micronutrientes no tecido do arroz foram baseados nos critérios de avaliação em Dobermann et al., (2000). Os teores dos micronutrientes avaliados apresentaram-se em faixa ótima e/ou superior.

Tabela 3: Comparações das médias do fator Cultivar para as variáveis Fe e Cu em tecido de planta.

Nível	Fe	Cu
	----- (mg kg ⁻¹) -----	
IRGA 417	252,79 a	12,10 a
BRS Tropical	195,56 b	11,28 ab
Roraima	159,21 b	9,89 b

*médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de significância adotado.

CONCLUSÃO

Os manejos inundado e saturado diminuem os teores de Zn, Mn e aumentam o teor de Fe no tecido do arroz.

O manejo saturado promoveu maior teor de Cu no tecido.

AGRADECIMENTOS

A FAPEAM pela concessão de bolsa de estudo (Programa RH-Doutorado-FAPEAM). A

UFAM e UFPel pelo apoio a pesquisa e realização do Doutorado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA FILHO, M. P.; DYNIA, J. F.; FAGERIA, N. K. **Zinco e Ferro na cultura do arroz**. Brasília: EMBRAPA-SPI, (EMBRAPA –CNPAP. Documentos, 49). 1994, 71p.
- CAMPOS, M.C.C. **Pedogeomorfologia aplicada á ambientes amazônicos do médio Rio Madeira**. 2009. 242f. Tese (Doutorado em Ciências do Solo)- Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2009.
- CAMARGO, F. A. de O.; SANTOS, G. de A.; ZONTA, E. Alterações eletroquímicas em solos inundados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 171-180. 1999.
- COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v.2 - Safra 2014/15, n.7 - Sétimo Levantamento, Brasília, p. 1-100, abril, 2015. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 08 junho 2015.
- CORDEIRO, A. C. C. Características das cultivares de arroz irrigado indicadas para semeio na safra 2009/2010 em Roraima. Grupo Cultivar, 2009. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/arquivos/arrozroraima.pdf>> Acesso em: 09 de junho de 2015.
- DOBERMANN, A.; FAIRHURST, T.H. Rice: nutrient disorders and nutrient management. **Manila, The Philippines: International Rice Research Institute**. 191p, 2000.
- EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Informações técnicas sobre o arroz de terras altas: estados de Mato Grosso e Rondônia – safras 2009/2010 e 2010/2011**. Santo Antônio de Goiás. Embrapa Arroz e Feijão, 2009. 94 p.
- FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B. dos. **Cultivo do arroz irrigado no estado do Tocantins**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. (Sistemas de Produção, No. 3). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoTocantins/a_dubacao_calagem.htm> Acesso em: 08 junho 2015.
- FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B. Aplicação de cobre em arroz irrigado em solo de várzea. In: **VIII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado**, 2013, Santa Maria. Avaliando cenários para a produção sustentável de arroz. Santa Maria: Sosbai, 2013.
- R Core Team (2012). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em 7 jul. 2010.
- RADMANN, V. **Atributos químicos de solos cultivados com arroz na região sul do estado do Amazonas**. - Dissertação (Mestrado) –Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2011.
- RADMANN, V., SOUSA, R. O., VAHL, L. C., JORDÃO, H. W. C., LEONARDI, T. B., RAMOS, R. J. L., NEVES, A. P. R., SILVA, J. C. M., FREITAS, R. M., SILVA, J. A. F. Caracterização química da solução do solo submetido a diferentes manejos de água no cultivo de arroz no município de Humaitá-AM... In: FERTBIO, 2014, **Anais**. Araxá, MG: Núcleo Regional Leste da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (NRL-SBCS), 2014.
- SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.
- SOUSA, R.O.; CAMARGO, F.A.O.; VAHL, L.C. Solos alagados (reações de redox). In: MEURER, E.J. (editor). **Fundamentos de química do solo**. 4.ed. Porto Alegre: Evangraf, 2010. p.171-195.
- TEDESCO, M. J., GIANELLO, G., BISSANI, C. A. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2 ed. rev. e ampliada. Porto Alegre-RS: Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, 1995, 174p

EFEITOS DO TRATAMENTO DE SEMENTES COM DIFERENTES DOSES DO FERTILIZANTE BIOZYME[®], NA CULTIVAR GURI INTA CL[®]

Nilton Teixeira Pedrollo¹; Danie Martini Sanchotene ²; Sylvio Henrique Bidel Dornelles³; Sandriane Neves Rodrigues⁴; Tassiane Moraes Bolzan⁵; Leandro Lima Spatt⁶

Palavras-chave: Arroz, nutrição, clearfield.

INTRODUÇÃO

Para altos níveis produtivos, a cultura do arroz irrigado (*Oryza sativa*) não pode ter como fator limitante a fertilidade do solo. Para isso várias estratégias de adubação são adotadas, visando disponibilizar os principais nutrientes. Em ordem decrescente, os nutrientes de maior acumulação na planta de arroz cultivada em solos de várzea são: potássio (K⁺), nitrogênio (N) e fósforo (P) (FAGERIA, 1995).

Os fertilizantes empregados na cultura do arroz irrigado, geralmente fornecem N, P e K, e em alguns casos enxofre (S) presente na formulação, porém outros minerais importantes e essenciais, necessários em menores quantidades como boro, ferro, manganês e zinco raramente são aplicados, por se acreditar que estejam disponíveis naturalmente no solo em quantidades suficientes.

O nitrogênio é fundamental para a correta formação e funcionamento da clorofila, pigmento essencial para a fotossíntese, promovendo aumento da biomassa, o que auxilia na interceptação da radiação solar e com isso, impactando positivamente na produtividade final da cultura (FAGERIA, 2003).

De acordo com Taiz & Zeiger (2004), as funções do nutriente boro no desenvolvimento de uma planta são: atuar na síntese de ácidos nucleicos, respostas hormonais, alongação celular e no correto funcionamento de membranas.

O ferro é constituinte de várias proteínas envolvidas na síntese da clorofila e na cadeia de transporte de elétrons, sendo indispensável à síntese energética (KIRKBY; RÖMHELD, 2007).

O zinco desempenha um papel importante na fisiologia da planta, estando presente tanto na ativação enzimática como servindo de componente estrutural das células (SANTOS, 1996). Algumas cultivares de arroz, respondem de forma positiva para a absorção de zinco quando existe alta concentração de manganês no solo (MOREIRA, 2003).

Segundo Thompson et al. (1986), o enxofre atua na síntese dos aminoácidos cistina, cisteína e metionina, estes compostos formam vitaminas, homônimos e enzimas de suma importância para o desenvolvimento das plantas. Cerca de 30% do enxofre absorvido pela planta é destinado para a formação dos grãos (WILSON, 2006).

Neste contexto, o presente experimento teve como objetivo, avaliar os efeitos do fertilizante Biozyme[®], como fonte de nitrogênio, potássio, boro, ferro, manganês, zinco e enxofre, aplicado em diferentes doses via tratamento de semente, na cultura do arroz irrigado, cultivar Guri INTA CL[®].

¹ Acadêmico em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria

² Prof. Dr. em Agronomia, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, campus Santiago/RS.

³ Professor adjunto do departamento de Biologia, Universidade Federal de Santa Maria.

⁴ Eng^o Agrônomo, Mestrando em Agrobiologia, Universidade Federal de Santa Maria.

⁵ Eng^o Agrônomo, Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria.

⁶ Eng^o Agrônomo, Universidade Federal de Santa Maria.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no município de Santa Maria/RS, em área experimental de arroz irrigado na estação de pesquisa Biomonte. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com 5 tratamentos e 4 repetições, onde as parcelas mediram 5 m de largura por 6 m de comprimento. O sistema de cultivo utilizado foi preparo convencional, com duas operações de gradagem e uma operação de nivelamento. Realizou-se dessecação da área após a semeadura, aplicando-se Glifosato na dose de 3,0 L.ha⁻¹. A entrada de água ocorreu 19 dias após a emergência das plantas de arroz.

A semeadura foi realizada no dia 12/11/2014, utilizando-se a cultivar Guri INTA CL[®], espaçamento entrelinhas 0,17 m e densidade de semeadura de 90 kg/ha. A adubação foi realizada conforme indicações da SOSBAI (2014).

As sementes foram tratadas utilizando tratador centrífugo, acionado por motor elétrico, com a capacidade de tratar cinco quilogramas de sementes com o volume de calda de 10 ml.kg⁻¹ de semente. Para o tratamento de sementes com os fertilizantes avaliados realizou-se o tratamento de três quilogramas de sementes, na qual se utilizou 500 gramas para fins de teste de germinação.

O fertilizante Biozyme tem a seguinte composição (%p/p): Nitrogênio: 1,5; potássio: 5,0; Boro: 0,08; Ferro: 0,4; Manganês: 1,0; Zinco: 2,0; Enxofre: 1,0. Os tratamentos constituíram-se das seguintes doses do fertilizante Biozyme[®]: 0; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 ml.kg⁻¹ de semente de arroz.

O desempenho dos tratamentos foi avaliado durante o ciclo da cultura conforme alguns parâmetros. Foram avaliados, porcentagem de germinação 5 dias após a semeadura (aparecimento do caulículo e radícula, em 30 sementes ao acaso dentro de cada parcela), porcentagem de emergência aos 10 dias após a semeadura (avaliando-se em um metro linear por parcela o número de plântulas emergidas), stand inicial de plantas aos 10 dias após a emergência (contagem do número de plantas em dois metros lineares por parcela), vigor (% plântulas normais germinadas), número de panículas por m² e produtividade final (colheita de 1 m² por parcela, após a trilhagem, foi estimada a produtividade da parcela em kg.ha⁻¹) com correção para 14% de umidade nos grãos de arroz.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ($\alpha=0,05$) e análise de regressão no software estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1 estão representados os resultados obtidos no experimento na forma de gráficos. A partir da análise dos resultados de germinação 5 DAS, emergência 5 DAS e vigor, verifica-se que o fertilizante Biozyme[®] aplicado via tratamento de sementes, proporcionou uma melhora de desempenho correlacionada linearmente com o aumento das doses no intervalo testado, refletindo positivamente no desenvolvimento inicial de plantas. A variável germinação teve um aumento de 20% entre a dose 0 e 3 ml/Kg de sementes, enquanto os demais apresentaram menor resposta. Esse desempenho pode ser atribuído à ação bioestimulante do produto. O parâmetro stand inicial respondeu positivamente até a dose de 1 ml/Kg de sementes, estimando-se por meio de regressão que doses até 1,5 ml/Kg de semente ainda poderiam apresentar respostas positivas, e que doses acima deste patamar podem apresentar respostas variáveis.

Marchesan (2011) apontou que a lavoura arrozeira com uma população adequada e uniforme de plantas, possibilita aperfeiçoar a exploração do potencial produtivo da cultivar, através do aproveitamento equilibrado dos recursos disponibilizados às plantas. Bem como, Ghersa (2000) reforça que vigor, germinação e emergência são fatores determinantes para um estande inicial de plantas homogêneo. Estudo realizado por Melo et al. (2006), indica que plantas provenientes de sementes com alto vigor, atingem valores elevados de área foliar, matéria seca, número de perfilhos, altura, panículas por planta e rendimento biológico, em comparação com plantas de arroz originárias de

sementes apresentando baixo vigor.

As variáveis número de panículas/m² e produtividade apresentaram aumentos correlacionados também de forma linear ao aumento da dose do fertilizante Biozyme. Em relação à dose zero, a maior dose testada, 3 ml/Kg de sementes, gerou um aumento significativo, próximo à 100 panículas por metro quadrado. No entanto a produtividade não cresceu na mesma proporção ao aumento do número de panículas, apresentando uma resposta não significativa.

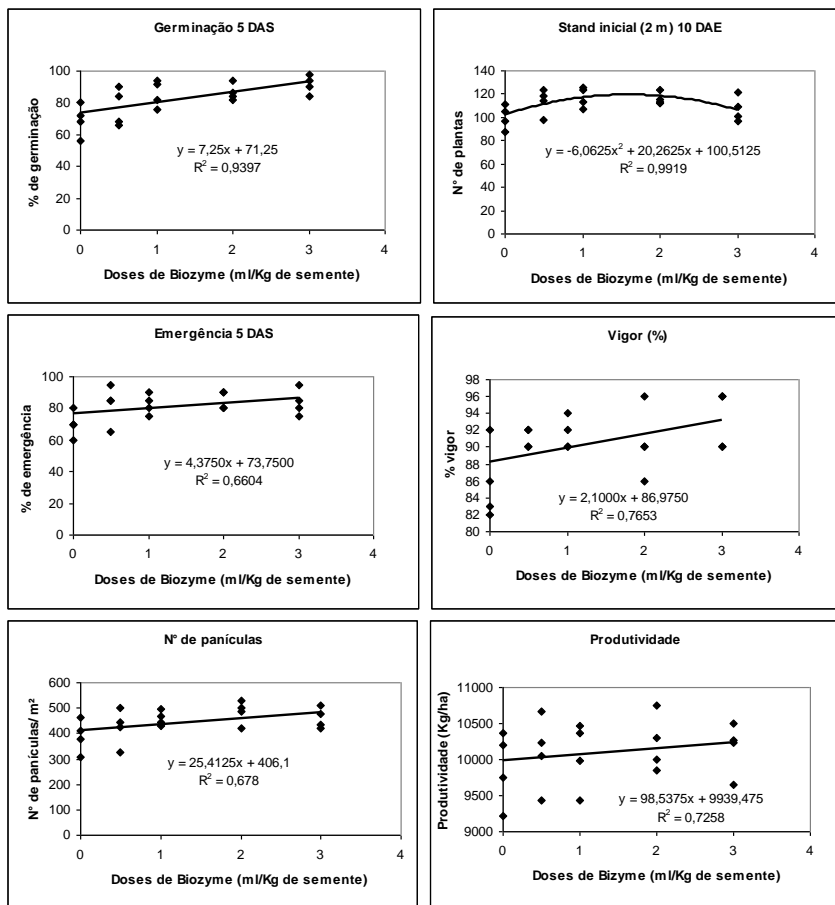


Figura 1 – Comportamento de germinação 5 DAS, stand inicial 10 DAE, emergência 5 DAS, Vigor, nº de panículas por metro quadrado e produtividade da cultivar de arroz irrigado Guri Inta CL[®] em função de doses crescentes de Biozyme[®] no tratamento de sementes.

A cultivar Guri Inta CL[®] respondeu positivamente ao fertilizante Biozyme[®] em aumento de produtividade, favorecido provavelmente pela disponibilidade de micronutrientes gerada pelo fertilizante. Respostas melhores em ganhos de produtividade talvez sejam encontradas em solos mais pobres em micronutrientes, ficando claro que existe um potencial na utilização do produto testado, sendo necessário fazer uma avaliação

específica para cada lavoura da relação custo-benefício obtida. Juntamente com o uso do produto devem ser associadas às boas práticas de manejo da lavoura, para que se maximizem as respostas.

CONCLUSÃO

A utilização do fertilizante Biozyme[®] no tratamento de sementes causou efeito positivo no desenvolvimento inicial das plantas de arroz.

O tratamento de sementes com o fertilizante Biozyme[®], não gerou aumento de produtividade significativo na cultivar de arroz irrigado Guri Inta Cl[®] nas condições onde se realizou o experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMARGO, E.R. et al. Manutenção da área foliar e produtividade de arroz irrigado com a aplicação de fertilizantes foliares no estágio de emborrachamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 38, n.5, p.1439-1442, ago. 2008.
- CANTERI, M. G. et al. SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, Ponta Grossa, PR, v.1, n.2, p.18-24, 2001.
- FAGERIA, N. K. et al. Seja doutor do seu arroz. **POTAFOS - Arquivo do Agrônomo**, Piracicaba, SP, n. 9, set. 1995.
- FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. Manejo de nitrogênio em arroz irrigado. **Circular Técnica**, Santo Antônio de Goiás, GO, n. 58. nov. 2003.
- GHERSA, C.M. Plant phenology and the management of crop weed interactions. **Field Crops Research**, v.67, n.2, p.91-93, 2000.
- HÖFS, A. et al. Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, RS, v.26, n.2, p.55-62, 2004.
- KIRKBY, E. A.; RÖMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. **Encarte técnico**. International Plant Nutrition Institute, n° 118, junho, 2007. Disponível em: < <http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf>>. Acesso em: 21 de junho de 2015.
- MARCHESAN, E. Manejo de arroz irrigado para alta produtividade e qualidade de grãos. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, RS, n. 125, set/out. 2011.
- MELO, P.T.B.S et al. Comportamento individual de plantas originadas de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica em populações de arroz irrigado. **Revista brasileira de sementes**, Pelotas, RS, v. 28, n° 2, p. 84-94, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v28n2/a11v28n2.pdf>>. Acesso em: 28 maio de 2015.
- MOREIRA, A. et al. Influência do magnésio, boro e manganês na absorção de zinco por raízes destacadas de duas cultivares de arroz. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, PR, v. 24, n. 2, p. 213-218, jul/dez. 2003.
- SOSBAI. Reunião Técnica da Cultura do Arroz irrigado. **Arroz irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**, Itajaí, SC, p.179, 2014.
- SANTOS, O.S. de. (Ed.). **Problemas com micronutrientes na agricultura**. Santa Maria, RS, 1996.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. de. (Ed.). **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre, RS, 2004.
- THOMPSON J. M.; SMITH, I. K.; MADISON, J. T. Sulfur metabolism in plants. In: TABATABAI, M. A. (Ed.). **SULFUR in agriculture**. Madison, WI, 1986 p.57-116.
- WILSON, C. JR.; SLATON, N.; NORMAN, R.; MILLER, D. Efficient use of fertilizer. In: N. A. Slaton (Ed.). **Rice Production Handbook**. Little Rock, Ark, p.59-60. 2001.

EFICIÊNCIA DE IRRIGAÇÃO DE UM EQUIPAMENTO MECANIZADO TIPO LATERAL MÓVEL UTILIZADO NA CULTURA DO ARROZ

Emanuele Baifus Manke¹, Maria Clotilde Carré Chagas Neta², Bernardo Gomes Nörenberg³, Lessandro Coll Faria⁴, José Maria Barbat Parfitt⁵, Fernando Andre Horbach², José Henrique Nunes Flores³, Stéfano Voss Boeira²

Palavras-chaves: Arroz irrigado; Vento; Aspersão.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda mundial por água e alimentos, acompanhada da necessidade de economia dos recursos hídricos, energia e insumos agrícolas, torna evidente que se deve priorizar a utilização de sistemas de irrigação eficientes na produção agrícola (O'SHAUGNESSY et al., 2013).

No estado do Rio Grande do Sul a ocorrência de estiagem na época de cultivo de arroz tem sido frequente nos últimos anos, causando muitos problemas para irrigação em todo estado, devido à alta necessidade de água no sistema de irrigação inundado. As projeções regionais mostram que o Rio Grande do Sul deve continuar liderando a produção de arroz no Brasil nos próximos anos. A produção do estado que representou em 2012/2013, 66,5% da produção nacional de arroz, deve aumentar a produção nos próximos anos em 17,7% e a área em 11,8%. Apesar da importância econômica que tem para o estado, o setor agrícola tem enfrentado problemas em relação à escassez hídrica. Assim, a irrigação por aspersão pode ser muito promissora para a orizicultura, por ser um sistema mais eficiente, consumindo menos água quando comparado ao sistema de irrigação por inundação (MAPA, 2013; GIACOMELI, 2013).

De acordo com Keller e Bliesner (1990), a eficiência de irrigação (E_i) é um conceito usado extensivamente no dimensionamento e gestão do sistema, e pode ser dividida em dois componentes, uniformidade de aplicação e perdas de água. Quando a uniformidade do sistema é pobre as perdas são maiores, e a eficiência pode ser menor. Os mesmos também afirmam que eficiência de irrigação é o produto de três eficiências: distribuição (E_d), aplicação (E_a) e condução (E_c), sendo esta última considerada igual a um, quando o equipamento não apresenta vazamento no sistema de condução.

As vantagens da irrigação por aspersão na cultura do arroz estão na redução do consumo de água mantendo os mesmos índices de produtividade. Esta produtividade é expressa em função da interação do genótipo com o ambiente da região onde este é cultivado (BARBOSA, 2013).

Entretanto, a eficiência de um equipamento de irrigação por aspersão, sofre grande influência da velocidade do vento, sendo esta a variável meteorológica que mais afeta este tipo de equipamento, neste sentido, é necessário o monitoramento dessa variável e a avaliação do desempenho do sistema operando sob elevadas velocidades de vento (PLAYÁN et al., 2005).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de irrigação de um sistema mecanizado tipo lateral móvel operando sobre a cultura de arroz nas condições meteorológicas do sul do Rio Grande do Sul.

¹ Mestranda Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Pelotas, Rua Gomes Carneiro, nº 01, Centro, Pelotas. manumanke@gmail.com;

² Graduando em Engenharia Hídrica, Universidade Federal de Pelotas;

³ Mestrando em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Pelotas;

⁴ Doutor em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Pelotas;

⁵ Doutor em Agronomia, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária;

METODOLOGIA

O presente trabalho foi conduzido em um sistema de irrigação por aspersão mecanizado do tipo lateral móvel, da marca Valley/Valmont, instalado em Campo Experimental na Estação Terras Baixas (ETB) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), no município do Capão do Leão, Rio Grande do Sul (31° 49' 12,75" S; 52° 27' 59" O). O equipamento possui 300 metros de comprimento e é dividido em cinco vãos e um em balanço, irrigando uma área total de, aproximadamente, 60 ha.

O sistema mecanizado tipo lateral móvel está equipado com aspersores modelo I-Wob, marca Senninger, os quais tem como características o diâmetro de bocal de 6,35 mm e capacidade de fornecer uma vazão de 1313 L.h⁻¹. Os aspersores estão instalados em tubos flexíveis de descida espaçados regularmente em 2,3 metros e dispostos a 2,8 m de altura da superfície do solo, estando conectados, individualmente a válvulas reguladoras de pressão de 68,9 kPa (10 psi), visando manter todos os emissores com a mesma pressão de operação, conforme as recomendações do fabricante.

Os ensaios para a avaliação da uniformidade de distribuição de água do sistema mecanizado tipo lateral móvel foram realizados seguindo as recomendações da norma técnica NBR 14244 (ABNT, 1998). No total foram realizados seis ensaios de campo no mês de março de 2014. Para tanto, utilizou-se coletores da marca Fabrimar, com diâmetro de abertura e profundidade de 0,08 m. No campo, instalou-se duas linhas com 95 coletores a 0,70 m da superfície do solo, distanciadas de 5 m entre si e com espaçamento entre coletores de 3 m. Após o término do ensaio, o volume de água coletado foi mensurado por meio de uma proveta de vidro de 100 mL, com precisão de ± 1 mL.

As variáveis climáticas foram monitoradas durante o ensaio com uma estação meteorológica Vantage Pro2TM Plus, produzida pela Davis Instruments, a qual foi instalada a 50 metros do equipamento. A estação é equipada com sensores de temperatura, umidade relativa do ar, direção e velocidade do vento e com um *data logger*, o qual foi configurado para armazenar os dados observados em intervalos de um minuto.

Para a determinação da eficiência de irrigação do sistema, foi utilizada, de acordo com o recomendado por Keller e Bliesner (1990), a seguinte equação (eq.1).

$$E_i = E_a \cdot E_d \cdot E_c$$

eq.1

Onde,

E_i: eficiência de irrigação do sistema;

E_a: eficiência de aplicação, calculada conforme Bernardo et al. (2009) como a lâmina de água coletada dividida pela lâmina de água aplicada;

E_d: eficiência de distribuição do projeto;

E_c: eficiência de condução, considerada como um visto que o equipamento não apresenta vazamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1 estão apresentadas as variáveis meteorológicas velocidade do vento (V), umidade relativa (UR) e temperatura do ar (T), mensuradas durante os seis ensaios de campo com o equipamento de irrigação mecanizado tipo lateral móvel. Além disso, na mesma estão os resultados dos cálculos dos parâmetros: i) Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC); ii) Eficiência de aplicação (E_a); iii) Eficiência de condução (E_c); iv) Eficiência de irrigação (E_i).

Pode-se verificar, na Tabela 1, que os resultados do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) variaram de 88,76% a 93,24%, os quais são considerados bons e muito bons de acordo com a classificação proposta por Mantovani et al. (2001), que atribuem como bons resultados valores de CUC entre 80 a 90% e muitos bons entre 90 e 100%.

Os resultados de eficiência de irrigação (E_i), variaram entre 0,64 a 0,85, sendo estes, em geral, superiores aos obtidos por Pinto et al. (2006), que avaliando um sistema de irrigação do tipo pivô central no oeste da Bahia, obtiveram como resultados de E_i valores

variando entre 0,62 e 0,71, sendo estes, em geral, mais baixos do que os encontrados neste trabalho. Ainda neste sentido, analisando um sistema de irrigação por aspersão convencional instalado em Pernambuco, Soares et al. (1998) obtiveram como melhor resultado de eficiência 0,68. Desta forma, percebe-se que os resultados obtidos neste trabalho foram similares aos encontrados por outros pesquisadores para diferentes sistemas de irrigação por aspersão.

Tabela 1. Variáveis meteorológicas, lâmina média aplicada (LMA) e lâminas médias coletadas (LMC) para os ensaios de campo no equipamento de irrigação mecanizado tipo lateral móvel.

V (m.s ⁻¹)	UR (%)	T (°C)	LMA (mm)	LMC (mm)	CUC (%)	Ea ---	Ed ---	Ei ---
1,18	77,00	16,62	9,75	8,94	93,24	0,92	0,93	0,85
1,89	53,36	25,57	9,54	8,03	92,39	0,84	0,92	0,77
2,30	75,48	24,40	10,59	9,35	92,32	0,88	0,92	0,81
4,97	68,81	16,15	10,28	7,73	90,81	0,75	0,90	0,68
5,86	58,32	17,56	10,28	7,94	89,95	0,77	0,89	0,68
6,09	50,59	18,18	10,28	7,53	88,76	0,73	0,88	0,64

Analisando-se dados observados por Odhiambo et al. (1995), avaliando a eficiência de irrigação (Ei) de um sistema de irrigação por inundação sob produção agrícola intensiva e extensiva e encontraram, respectivamente, Ei iguais a 22% e 28%. Já Walker (1985), comparando diversos estudos pretéritos de pesquisadores, determinou que as Ei do sistema de inundação variaram entre 25% e 30%.

Comparando-se os dados obtidos neste estudo com os observados na literatura, é possível constatar que o sistema de irrigação por aspersão mecanizados do tipo lateral móvel apresenta aproximadamente o dobro de eficiência em relação ao sistema de irrigação por inundação, mesmo quando operando em elevadas velocidades de vento ($V > 4,00 \text{ m.s}^{-1}$). Os resultados deste trabalho corroboram com o estudo realizado por Parfitt et al. (2011) o qual conclui que, utilizando-se a irrigação por aspersão, pode-se obter uma redução na utilização da água em torno de 40% a 50%, se comparado com a irrigação por inundação.

Na Figura 1 é apresentada a eficiência de irrigação (Ei) do sistema mecanizado tipo lateral móvel em função da velocidade média do vento (V) mensurada durante os ensaios de campo, e é descrita por uma regressão linear simples, a qual relaciona estes dois parâmetros.

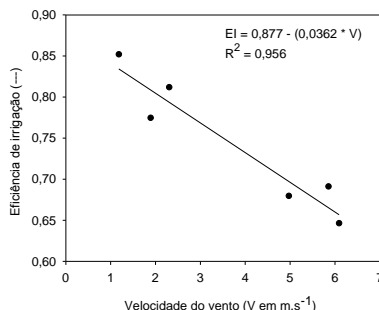


Figura 1. Eficiência de irrigação do sistema mecanizado tipo lateral móvel em diferentes velocidades de vento.

Pode-se verificar, na Figura 1, que há uma relação linear entre a variação da Ei e a velocidade do vento, sendo que com o aumento da velocidade do vento há uma tendência na redução da eficiência de irrigação do sistema, fato esse explicado através do valor obtido no índice R^2 (0,956). Resultados similares foram encontrados por Manke et al. (2014), que

por meio do teste-t, verificaram que a velocidade do vento é a variável meteorológica que melhor descreve a variação da eficiência de aplicação, a nível de 5% de significância. Desta forma, para obter uma maior eficiência de irrigação, utilizando-se sistemas mecanizados do tipo lateral móvel, é recomendado que o mesmo seja operado em condições de baixas velocidades do vento. Além disso, observa-se na Figura 1 que, ainda em velocidades adversas de vento ($V > 4 \text{ m.s}^{-1}$), a Ei é superior às obtidas na literatura para sistemas de irrigação por inundação contínua na lavoura do arroz.

CONCLUSÃO

O sistema mecanizado do tipo lateral móvel de irrigação apresentou uma eficiência de irrigação variando entre 0,64 e 0,85, sendo mais eficiente que o sistema de irrigação por inundação. Além disso, a velocidade do vento interfere na eficiência de irrigação do sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 14244**: equipamentos de irrigação mecanizada – Pivô central e lateral móvel providos de emissores fixos ou rotativos – determinação da uniformidade de distribuição de água. Rio de Janeiro, dez. 1998. 11 p.
- BARBOSA, D. de P.; CASTRO, A. P. DE; PARFITT, J. M.; HEINEMANN, A. B.; SILVA, S. C. da. Avaliação de cultivares de arroz irrigado em condições de cultivo de terras altas sob irrigação por aspersão. In: CONGRESSO DE ARROZ IRRIGADO, 8, 2013, Santa Maria. **Anais...** Brasília, DF: Sosbai, 2013.
- GIACOMELI, R.; SANTOS, A. T. L.; MACHADO, G. A.; SILVA NETO, G. F. da; ALBERTO, C. M.; SILVA, V. N. Qualidade fisiológica de sementes de arroz irrigado por aspersão e inundação. In: CONGRESSO DE ARROZ IRRIGADO, 8, 2013, Santa Maria. **Anais...** Brasília, DF: Sosbai, 2013.
- KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and Trickle Irrigation**. New York, NY.1990.
- MAPA. Projeções do Agronegócio: Brasil 2012/13 a 2022/23 Projeções de Longo Prazo. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/projecoes%20-%20versao%20atualizada.pdf Acesso em: 28 de maio de 2015.
- ODHIAMBO, L. O.; MURTY, V. V. N. Modeling water balance components in relation to field layout in lowland paddy fields. II: Model application. **Agricultural Water Management**, v.30, p. 201-216, 1996.
- O'SHAUGHNESSY, S. A. et al. Assessing application uniformity of a variable rate irrigation system in a windy location. **Applied Engineering in Agriculture**, Michigan, v. 29, n.4, p. 497-510, 2013.
- MANKE, E. B.; NÖRENBERG, B. G.; SIMÕES, M. C.; RETTORE NETO, O.; TIMM, L. C.; FARIA, L. C. Influência de fatores climáticos na eficiência de aplicação de água de um sistema linear móvel. In: Encontro de pós-graduação da UFPel, 16, 2014, Pelotas. **Anais...** Brasília, DF: UFPel, 2014.
- MANTOVANI, E. C. AVALIA: Programa de Avaliação da Irrigação por Aspersão e Localizada. Viçosa, MG: UFV, 2001.
- PARFITT, J. M. B.; PINTO, M. A. B.; TIMM, L. C.; BAMBERG, A. L.; SILVA, D. M. da; BRETANHA, G. Manejo da irrigação por aspersão e desempenho da cultura do arroz. In: VII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 2011. **Anais...** Balneário Comburui: EPAGRI/SOSBAI, 2011. p. 461-464.
- PLAYÁN, E. et al. Day and night Wind drift and evaporation losses in sprinkler solid-sets and moving laterals. **Agricultural Water Management**, v. 76, p. 139-159, 2005.
- PINTO, J. M. et al. Influência de variáveis climáticas e hidráulicas no desempenho da irrigação de um pivô central no oeste baiano. **Engenharia Agrícola**, v.26, n.1, p.76-85, 2006.
- WALKER, S; H.; RUSHTON, K. R. Water losses through the bunds of irrigated rice fields interpreted through an analogue model. **Agricultural Water Management**, v. 11, p. 59-73, 1986.

EFICIÊNCIA DE USO DA ÁGUA E RENDIMENTO DE GRÃOS NA CULTURA DO MILHO EM ÁREA DE ARROZ IRRIGADO

Joaquim Faraco Rodrigues¹; Paulo Regis Ferreira da Silva²; Nilza dos Reis Castro³; José Antônio Louzada³; Rodrigo Schoenfeld⁴; Matheus Barreto Mass⁵

Palavras-chave: Zea mays L.; irrigação e drenagem; microcamalhão.

INTRODUÇÃO

O estado do Rio Grande do Sul (RS) é responsável por 45% da área cultivada e por 69% da produção brasileira de arroz (IRGA, 2013), portanto, o arroz tem grande importância econômica e social.

Uma das maiores causas de redução de produtividade de arroz irrigado no RS é a alta infestação de plantas daninhas, especialmente de arroz vermelho. Uma alternativa para controle de arroz vermelho é o pousio, estratégia comum no estado do RS. Outra opção seria a introdução de rotação de culturas, ou seja, utilizar culturas como soja e milho em áreas onde se cultiva arroz irrigado, aproveitando a estrutura da irrigação do arroz para a irrigação das outras culturas. O uso de rotação do milho em áreas cultivadas de arroz irrigado serve como uma ferramenta para diminuir a infestação de plantas daninhas, principalmente de arroz vermelho, pela utilização de híbridos de milho com tecnologia "RR" (resistente a glifosato).

Porém, para que se viabilize a introdução de culturas de rotação é necessária que haja um eficiente sistema de drenagem. Uma maneira de se realizar uma drenagem eficiente é a sistematização do terreno em declividade. Outra maneira de proporcionar uma drenagem eficiente é a utilização do sistema sulco/microcamalhão, com ou sem utilização de declividade. Neste método são formados pequenos sulcos para evitar estresse por excesso hídrico nas plantas. Esse sistema pode se constituir em boa alternativa para a irrigação, pois os sulcos deixam mais uniforme o avanço da água na área cultivada. No entanto, para se alcançar altas produtividades de milho é necessária a integração de todas as práticas de manejo.

O objetivo deste trabalho foi comparar sistemas de irrigação e drenagem para viabilizar o cultivo de milho em áreas de arroz irrigado em Gleissolo Háplico Distrófico típico, em termos de rendimentos de grãos e eficiência do uso da água (EUA).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo nos anos agrícolas de 2013/2014 e 2014/2015, em Cachoeirinha-RS. A Estação situa-se na região ecoclimática da Depressão Central do Rio Grande do Sul, a 29°55'30" de latitude sul e a 50°58'21" de longitude oeste e à altitude de 7 m. O solo da área experimental é classificado como Gleissolo Háplico Ta Distrófico típico (STRECK *et al.*, 2008).

O experimento contou de quatro manejos da irrigação e de três distâncias em relação à entrada da água (0 a 26 m, 27 a 53 m e 54 a 79 m). Os manejos da água foram: uso sulco/microcamalhão, com 15 cm de altura, irrigado por sulco sempre que necessário (T1), uso sulco/microcamalhão, 15 cm de altura, sem irrigação (T2) e dois tratamentos sem o uso

¹ Estudante de mestrado; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Pesquisas Hídricas; Porto Alegre, Rio Grande do Sul; joaquim_faraco@hotmail.com.

² Professor; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Faculdade de Agronomia, Consultor Técnico do IRGA e Pesquisador do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

³ Professor (a); Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Pesquisas Hídricas.

⁴ Pesquisador do IRGA.

⁵ Estudante de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia

de sulco/microcamalhão, um irrigado por banhos, quando necessário (T3), e outro sem irrigação (T4). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, dispostos em parcelas subdivididas, com três repetições. A área onde se situou o experimento, foi nivelada com declividade de 0,08%, ou seja, de 8 cm a cada 100 m, ao longo do comprimento de cada parcela em todos os tratamentos.

No primeiro ano (2013/14), fez-se a semeadura do híbrido simples e precoce de milho Dekalb 250 PRO2 em 01 de novembro de 2013. A análise química do solo apresentou os seguintes resultados: 14% de argila, 9,45 mg dm⁻³ de P, 33,75 mg dm⁻³ de K, 1,17% de M.O. e 5,8 de pH. Foi aplicado como adubação de base 20, 85 e 135 kg ha⁻¹, respectivamente de N, P₂O₅ e K₂O. Em cobertura foi aplicado 300 kg ha⁻¹ de N, parcelado em três doses (60 kg ha⁻¹ no estágio V₃, 120 kg ha⁻¹ no estágio V₈ e 120 kg ha⁻¹ no estágio V₁₂) (Ritchie *et al.*, 1993). Como fonte de adubo nitrogenado foi utilizada a ureia com inibidor da enzima urease. A densidade de plantas utilizada foi de 8,0 pl m⁻². A colheita foi realizada em 24 de março de 2014.

No segundo ano (2014/15), foi semeado nabo forrageiro como cobertura de solo em 20 de abril de 2014. Como adubo de base foi aplicado 25 kg ha⁻¹ de N e 125 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Utilizou-se o mesmo híbrido do primeiro ano, com semeadura em 28 de outubro de 2014. A análise química do solo apresentou os seguintes resultados: 22% de argila, 21 mg dm⁻³ de P, 30 mg dm⁻³ de K, 1,2% de M.O. e 5,1 de pH. Foi aplicado como adubação de base 16, 68 e 108 kg ha⁻¹, respectivamente de N, P₂O₅ e K₂O. A dose, fonte e épocas de aplicação do adubo nitrogenado em cobertura foram iguais às utilizadas no primeiro ano. A densidade de plantas utilizada foi de 9,0 pl m⁻². A colheita foi realizada em 06 de março de 2015.

A umidade do solo foi monitorada pelo sensor Hidro Farm, da Falker, que realiza a medição da umidade volumétrica do solo pela tecnologia ISAF (impedância do solo em alta frequência). O equipamento informa diretamente o valor da umidade volumétrica do solo, em porcentagem. A reposição de água foi feita assim que o aparelho registrasse a umidade volumétrica de 20%, para evitar estresse por deficiência hídrica nos tratamentos com irrigação. Para quantificar o volume de água irrigada utilizada foi usado um hidrômetro. As irrigações foram efetuadas de forma complementar à precipitação pluvial. Em cada irrigação utilizou-se uma lâmina de água de 30 mm. Essa lâmina foi calculada com base na umidade volumétrica entre a capacidade de campo e o limite hídrico inferior do milho, a uma profundidade de raiz de 20 cm. Pelo fato dos sulcos serem curtos, a vazão adotada foi de 1,5 L s⁻¹, valor um pouco superior à vazão reduzida calculada a partir dos ensaios de curva de infiltração de água no solo e de curva de avanço da água no sulco. A eficiência de uso da água foi calculada a partir da seguinte equação: $EUA = PG/Va$, onde "PG" é a produtividade de grãos obtida e "Va" o volume de água (m³ ha⁻¹) consumida, proveniente tanto da irrigação quanto das precipitações pluviais. As determinações realizadas foram: rendimento de grãos, avaliado em uma área útil de 10 m² e expresso na umidade de 13 g kg⁻¹, e EUA, expressa em quilograma de grãos de milho produzido por metro cúbico utilizado de água.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Quando houve significância estatística, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dois anos agrícolas apresentaram regimes pluviométricos diferentes. No primeiro ano (2013/14) houve um período de estiagem de 20 dias entre meados de dezembro a início de janeiro, havendo a necessidade da aplicação de cinco irrigações neste período. Esse período mais seco ocorreu exatamente no período mais crítico da cultura, o espigamento (Bergamaschi *et al.*, 2006), que ocorreu em 16 de janeiro de 2014. Essa deficiência hídrica justifica a elevada queda do rendimento de grãos nos tratamentos não irrigados como será discutido mais adiante (Tabelas 1 e 2). No total foram realizadas 10 irrigações, totalizando 300 mm de água. A precipitação pluvial ao longo do desenvolvimento do milho foi de 480

mm. Portanto, os tratamentos com irrigação receberam um total de 780 mm de água durante o ciclo de desenvolvimento do milho neste ano.

O segundo ano (2014/15) caracterizou-se como atípico para o RS, onde se registrou precipitação de 620 mm, sendo necessárias apenas três irrigações de 30 mm cada (total de 90 mm), perfazendo um valor total de 710 mm durante o ciclo de desenvolvimento do milho. As precipitações ocorreram de maneira muito bem distribuída, resultando em não diferenciação do rendimento de grãos entre os tratamentos irrigados e não irrigados.

No primeiro ano, foi significativa a interação tripla dos fatores testados para rendimento de grãos e EUA. Houve efeito da distância em relação à entrada da água no rendimento de grãos e na EUA apenas no tratamento irrigado sem o uso do microcamalhão (Tabelas 1 e 2). Nesse tratamento, o rendimento de grãos foi 45 e 50% menor na distância superior a 53 m em relação, respectivamente, ao início e à parte mediana do trecho. Os tratamentos com irrigação, com ou sem microcamalhão, apresentaram rendimentos similares nos dois trechos iniciais. Já no terço final, o rendimento de grãos foi inferior quando se utilizou banhos em relação ao uso do microcamalhão. A EUA também foi menor no trecho final em relação aos dois primeiros trechos no tratamento em que a irrigação foi feita por banhos.

No segundo ano, o rendimento de grãos e a EUA não variaram em função dos tratamentos com e sem irrigação, independentemente da distância em relação à entrada da água (Tabelas 1 e 2). Isto se deve ao fato de que o volume e a distribuição da precipitação pluvial terem sido adequados durante todo o ciclo de desenvolvimento do milho.

Tabela 1 – Rendimento de grãos de milho em função de manejo da água e de distância na linha em relação à entrada de água, em dois anos agrícolas. Cachoeirinha-RS.

		Rendimento de grãos (Mg ha ⁻¹)							
Irrigação	Microcamalhão	Distância							
		Início (0 a 26 m)		Meio (27 a 53 m)		Fim (54 a 80 m)			
		Ano agrícola 2013/14							
Com	Com	NS ¹	9,2	a	10,2	a	11,4	a	
Com	Sem	A [*]	10,1	a	A 10,6	a	B 4,9	b	
Sem	Com	NS	5,3	b	3,9	b	4,4	b	
Sem	Sem	NS	4,6	b	5,2	b	6,3	b	
		Ano agrícola 2014/15							
Com	Com	NS	13,7	ns	13,7	ns	12,0	ns	
Com	Sem	NS	12,3		13,4		13,0		
Sem	Com	NS	11,8		12,2		12,3		
Sem	Sem	NS	12,4		13,5		13,8		

¹ Não significativo pelo teste de Tukey (p<0,05); * Médias antecedidas pela mesma letra maiúscula na linha e seguidas por mesma letra minúscula na coluna não se diferenciam entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 2 - Eficiência do uso da água em função de manejos da água e da distância em relação à de entrada de água, em dois anos agrícolas. Cachoeirinha 2013/2014.

		EUA (kg m ⁻³)						
Irrigação	Microcamalhão	Distância em relação à entrada da água						
		Início (0 a 26 m)		Meio (27 a 53 m)		Fim (54 a 80 m)		
Ano agrícola 2013/14								
Com	Com	NS ¹	1,18	ns	1,30	ab	1,46	a
Com	Sem	A *	1,29		A 1,36	a	B 0,64	b
Sem	Com	NS	1,10		0,82	b	0,91	b
Sem	Sem	NS	0,96		1,08	ab	1,30	a
Ano agrícola 2014/15								
Com	Com	NS	1,92	ns	1,93	ns	1,70	ns
Com	Sem	NS	1,73		1,88		1,83	
Sem	Com	NS	1,90		1,96		1,98	
Sem	Sem	NS	2,00		2,17		2,22	

¹ Não significativo pelo teste de Tukey (p<0,05); * Médias antecedidas pela mesma letra maiúscula na linha e seguidas por mesma letra minúscula na coluna não se diferenciam entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

CONCLUSÃO

Os dois sistemas de drenagem utilizados, microcamalhões e declividade, foram eficientes para evitar estresse por excesso hídrico durante o ciclo de desenvolvimento do milho. Em relação à irrigação por banhos, o método de irrigação por sulcos proporciona maior uniformidade na distribuição de água ao longo do comprimento da linha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; COMIRAN, F.; BERGONCI, J. I.; MULLER, A. G.; FRANÇA, S.; SANTOS, A. O.; RADIN, B.; BIANCHI, C. A. M.; PEREIRA, P. G. Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.2, p.243-249, fev. 2006.

IRGA – **Instituto Rio Grandense do Arroz**. Safra 2013/14, 2014. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/conteudo/4215/safras>>. Acesso em 6 de setembro de 2013.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C. do; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 222p. 2008.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. How a corn plant develops. **Ames: State University of Science and Technology**, 1993. 21p. (Special Report, 48).

ÉPOCA PREFERENCIAL DE SEMEADURA PARA CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO DE CICLO MÉDIO E TARDIO EM CACHOEIRINHA-RS

Francisco Alexandre de Moraes¹, Cleiton José Ramão², Mara Grohs³, Roberto Carlos Doring Wolter⁴, Rafael Nunes dos Santos² e Tiago Viegas Cereza⁵

Palavras-chave: *Oryza sativa*, zoneamento agroclimático, ensaio bioclimático

INTRODUÇÃO

A cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul é fonte de renda e de empregos, tanto na agricultura familiar quanto na empresarial, em vários municípios, concentrados na metade sul do estado. Na safra de 2013/2014 foram obtidos resultados expressivos de produção (média de 8.112.900 Mg; 66,60% da produção nacional), de área cultivada (média de 1.120.100 ha; 46,74% da área cultivada nacional) e de produtividade (média de 7.243 kg ha⁻¹; 42,50% superior à média nacional) (CONAB, 2014).

Analisando o comportamento histórico dos preços do arroz ao longo das últimas quatro décadas, verifica-se um decréscimo gradativo de aproximadamente 5% ao ano (CTAR, 2014). Nesse cenário, o cultivo ainda se mantém economicamente viável em virtude do aumento do potencial produtivo e da estabilidade das lavouras. Uma das causas é a semeadura na época preferencial (MENEZES et al., 2012).

Essa prática não apresenta custos adicionais e é específica para cada cultivar nas diferentes regiões fisiográficas (CTAR, 2014). O principal objetivo é sincronizar o ciclo de desenvolvimento da planta com as condições edafoclimáticas do ambiente, reduzindo a probabilidade de ocorrência de frio nos estádios de emergência (baixa temperatura do solo) e de emborrachamento (baixa temperatura do ar), e aumentando a chance de ocorrência de máxima radiação solar na fase reprodutiva (STEINMETZ; BRAGA, 2001; STEINMETZ et al., 2008; STEINMETZ et al., 2009; STEINMETZ et al., 2013).

Recentemente, com respaldo de pesquisas realizadas em médio prazo, vem se consolidando o zoneamento agroclimático do arroz irrigado por épocas de semeadura no estado do Rio Grande do Sul. Essa ferramenta é imprescindível na aplicação do crédito rural e do Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (MAPA, 2014; STEINMETZ; BRAGA, 2001; STEINMETZ et al., 2007).

Diante do exposto, objetivou-se identificar a época preferencial de semeadura de duas cultivares de arroz irrigado (IRGA 424, ciclo médio; EPAGRI 108, ciclo tardio) em Cachoeirinha-RS na safra de 2014/2015.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo na safra agrícola de 2014/2015, no município de Cachoeirinha, localizado no estado do Rio Grande do Sul.

Os tratamentos foram constituídos pela combinação entre oito épocas de semeadura (parcela principal) e duas cultivares de arroz irrigado (subparcelas). O experimento foi conduzido em delineamento de blocos completos casualizados, com três repetições (somente para as cultivares, por questões de exequibilidade; mais detalhes são apresentados na figura 1).

1 Engenheiro Agrônomo e Mestre em Manejo do Solo, Instituto Rio Grandense do Arroz, Av. Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494, CEP 94930-030, francisco-morais@irga.rs.gov.br

2 Engenheiro Agrônomo, Instituto Rio Grandense do Arroz

3 Engenheira Agrônoma e Mestre em Agronomia, Instituto Rio Grandense do Arroz

4 Engenheiro Agrônomo e Doutor em Agronomia (Solos), Instituto Rio Grandense do Arroz

5 Estudante de Agronomia, Universidade Luterana do Brasil

As operações de semeadura iniciaram em setembro e terminam em dezembro, com datas espaçadas quinzenalmente, conforme descrição a seguir: 01/09, 15/09, 01/10, 15/10, 01/11, 15/11, 01/12 e 15/12. As cultivares utilizadas foram IRGA 424, ciclo médio; EPAGRI 108, ciclo tardio.

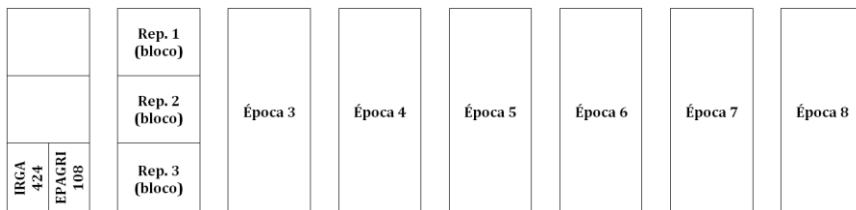


Figura 1. Representação da disposição do experimento. Oito quadros isolados por taipas nos quais estão dispostas as épocas de semeadura (estas não tiveram repetições, por questões de exequibilidade); cada um dos quadros é composto por três blocos, nos quais estão dispostas as repetições das cultivares

O sistema adotado foi o cultivo mínimo após dessecação das plantas de cobertura (vegetação espontânea) em área sistematizada com planos horizontais.

Os canais de drenagem foram construídos antes da semeadura, abrangendo toda a área do experimento. As taipas foram construídas imediatamente antes da submersão do solo, envolvendo cada uma das oito épocas de semeadura em áreas individualizadas.

A quantidade de sementes foi de 100 kg ha⁻¹, mantendo-se uma população de 240/270 plantas m⁻². As linhas de semeadura tinham 5 m de comprimento e foram espaçadas em 0,17 m. Cada parcela tinha 9 linhas, totalizando uma área de 7,65 m² (5,00 x 1,53 m).

Os nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio foram aportados ao solo por ocasião da semeadura, por meio da adição de 400 kg ha⁻¹ de fertilizante mineral com a fórmula 04-17-27. Também foi aplicado nitrogênio em cobertura com a dose de 120 kg ha⁻¹.

A irrigação por submersão do solo iniciou por ocasião do estágio V3 (COUNCE et al., 2000).

O tratamento de sementes foi realizado com aplicação de fungicida e de inseticida (carbendazim+tiram e fipronil).

O manejo de plantas daninhas foi realizado com aplicação de herbicidas nas modalidades de dessecação em pré-semeadura (glyphosate) e de pós-emergência precoce (penoxsulam e cyhalofop-butyl).

A proteção contra o ataque de pássaros foi realizada por ocasião do início do enchimento de grãos, por meio da cobertura das parcelas com redes de nylon.

As variáveis analisadas foram tempo transcorrido entre os estádios S0-V1 e V1-colheita (a data foi contabilizada quando 50% da parcela atingiram o respectivo estágio), além da produtividade de grãos em casca (livre de impurezas e com correção para 13% de umidade).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A duração do período entre S0-V1 decresceu na medida em que avançou a época de semeadura ao longo do ano (aumentaram a radiação solar e a temperatura do ar e do solo), com magnitude similar tanto para a IRGA 424 quanto para a EPAGRI 108 (Figura 2A). Os valores variaram de 22 dias em 15 de setembro até 7 dias em 15 de dezembro para ambas as cultivares. Houve estabelecimento deficiente das parcelas em 1 de setembro (inferior a 50%). Acredita-se que as causas foram as condições edafoclimáticas inerentes da época (baixas temperaturas do ar e do solo, além de encharcamentos pontuais em virtude das altas precipitações). Nesse caso, foi decidido reconstituir as parcelas por meio de transplante para avaliar exclusivamente a produtividade de grãos.

A duração do período entre V1-colheita também decresceu ao longo do tempo, com tendência de estabilização a partir de novembro (Figura 2B). Os valores foram maiores para a EPAGRI 108 em relação à IRGA 424, por questões intrínsecas ao ciclo de cada cultivar, independentemente da época de semeadura.

As maiores produtividades de grãos para a IRGA 424 foram atingidas nas épocas de 15 de setembro até 1 de dezembro (oscilaram em torno de 8000 kg ha^{-1}), enquanto para a EPAGRI 108 ocorreram entre 1 de setembro até 15 de outubro (oscilaram entre 10000 e 8000 kg ha^{-1}) (Figura 2C). Neste caso, apesar da maior produtividade na primeira época, é feita uma ressalva considerando-se o problema supracitado de estabelecimento das plântulas.

Por ser uma safra com ocorrência de condições meteorológicas atípicas, foram observados resultados ligeiramente diferentes do que é preconizado pela pesquisa científica, principalmente em relação à cultivar IRGA 424, cuja época preferencial de semeadura em Cachoeirinha varia entre 1 de setembro e 30 de outubro (CTAR, 2014; MENEZES et al., 2012).

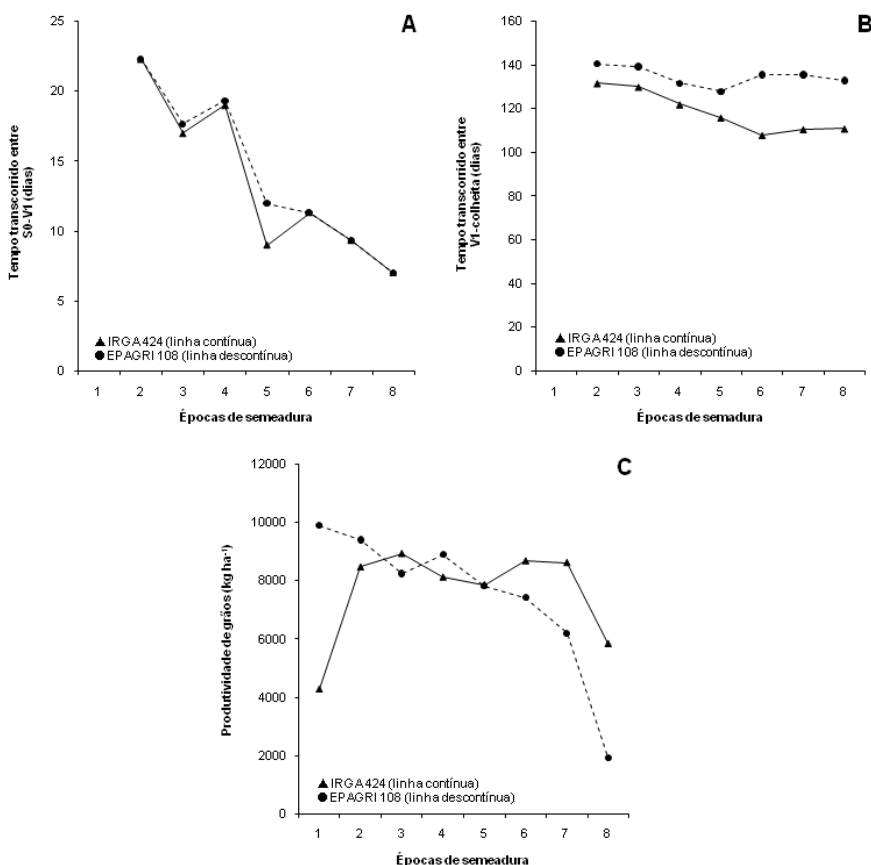


Figura 2. (A) Tempo transcorrido entre os estádios S0-V1, em dias; (B) Tempo transcorrido entre os estádios V1-colheita, em dias; (C) Produtividade de grãos em casca, em kg ha^{-1} ,

para as cultivares IRGA 424 (ciclo médio) e EPAGRI 108 (ciclo tardio) em função das oito épocas de semeadura (1 = 01/09; 2 = 15/09; 3 = 1/10; 4 = 15/10; 5 = 1/11; 6 = 15/11; 7 = 1/12; 8 = 15/12)

CONCLUSÃO

Na safra de 2014/2015 em Cachoeirinha-RS, a época de semeadura mais adequada para a cultivar IRGA 424, de ciclo médio, variou de 15 de setembro até 1 de dezembro. Para a cultivar EPAGRI 108, de ciclo tardio, ocorreu entre 15 de setembro até 15 de outubro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CTAR (COMISSÃO TÉCNICA DO ARROZ IRRIGADO). Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. Santa Maria-RS: Sociedade Sul-brasileira de Arroz irrigado, 2014. 192 p. Disponível em:

<http://www.irga.rs.gov.br/upload/20141205095320recomendacoes_tecnicas_sosbai_2014.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2015.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos** (v.1, safra 2013/2014, décimo segundo levantamento). Brasília: CONAB, 2014. 127 p. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_09_10_14_35_09_boletim_graos_setembro_2014.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2015.

COUNCE, P.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, v. 40, n. 2, p. 436-443, 2000. Disponível em: <<https://www.crops.org/publications/cs/abstracts/40/2/436>>. Acesso em: 15 jun. 2015.

MAPA (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO). Portaria 55/2014. Brasília: DOU, 2014. Disponível em:

<<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1029502473>>. Acesso em: 15 jun. 2015.

MENEZES, V. G. et al. **Projeto 10: Estratégias de manejo para aumento da produtividade e da sustentabilidade da lavoura de arroz irrigado do RS: Avanços e novos desafios**. Cachoeirinha: IRGA, 2012. 104 p.

STEINMETZ, S.; BRAGA, H. J. Zoneamento de arroz irrigado por épocas de semeadura nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 3 (número especial: zoneamento agrícola), p. 429-438, 2001.

Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/pdf/revista/cap6.pdf>>.

Acesso em: 15 jun. 2015.

STEINMETZ, S. et al. **Zoneamento agroclimático do arroz irrigado por épocas de semeadura no estado do Rio Grande do Sul (versão 4)**. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 2007. 37 p. (Documentos 199). Disponível em:

<http://www.agencia.cnpia.embrapa.br/Repositorio/documento_199_000fx4l4tss02wyiv80u5vcsvq6pb2a5.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2015.

STEINMETZ, S. et al. Frequência de temperatura do solo favorável à semeadura do arroz irrigado, no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 16, n. 3, p. 259-266, 2008. Disponível em:

<<http://www.sbagro.org.br/rbagro/ojs/index.php/rbagro/article/view/155>>. Acesso em: 15 jun. 2015.

STEINMETZ, S. et al. Temperatura do solo favorável para o início da semeadura do arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul, **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 15, n. 2, p. 99-104, 2009. Disponível em:

<http://www.fepagro.rs.gov.br/upload/1398782880_art_02.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2015.

STEINMETZ, S. et al. Estimativa da produtividade de arroz irrigado em função da radiação solar global e da temperatura mínima do ar. **Ciência Rural**, v. 43, n. 2, p. 206-211, 2013.

Disponível em: <<http://ref.scielo.org/xvchvs>>. Acesso em: 15 jun. 2015.

ESPAÇAMENTO E DOSES DE NITROGÊNIO EM LINHAGEM DE ARROZ CLEARFIELD® PARA REGIÃO DO CERRADO

Mabio Chrisley Lacerda¹; Kellen Fátima Orias Zago²; Erick Tiago Lino Pereira³; Maiza Dutra de Souza³; Adriano Stephan Nascente⁴

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., adubação nitrogenada, Arroz CL

INTRODUÇÃO

A cultura do arroz é exigente em nitrogênio e sua aplicação via solo, em cobertura, tem sido amplamente discutido. A aplicação desse nutriente em quantidade superior à recomendada pode levar ao desenvolvimento excessivo das plantas, acarretando em acamamento (ARF et al., 2015), principalmente se práticas culturais não forem observadas, dentre elas o espaçamento entrelinhas (GUIMARÃES et al., 2003). A planta de arroz possui certa plasticidade em seu desenvolvimento, em que a produtividade é dependente do número de panículas por m² (STONE; GUIMARÃES, 2006). Sendo assim, o ajuste de espaçamento é essencial para se aumentar o número de panículas por área, pois propicia melhor distribuição espacial de plantas, possibilita otimizar a interceptação de luz, com melhor aproveitamento de nutrientes e aumento da produtividade da planta (BALBINOT JUNIOR et al., 2003).

Com o surgimento de novas tecnologias de sistemas de cultivo de arroz, a exemplo do sistema Clearfield®, resistentes aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas (MARQUESAN et al., 2011), faz-se necessário obter informações fitotécnicas dessas novas linhagens antes de serem lançadas no mercado.

Assim, o objetivo desse trabalho foi determinar doses de nitrogênio de acordo com o espaçamento entrelinhas na cultura de arroz (linhagem 07SEQCL441 CL) em área de cerrado do Estado de Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Fazenda Capivara, da Embrapa Arroz e Feijão, localizada no município de Santo Antônio de Goiás, GO, com altitude média de 823 m. O clima, conforme classificação de Köppen, é Aw, tropical de savana, megatérmico. O regime pluvial é bem definido, com período chuvoso de outubro a abril e seco de maio a setembro, com precipitação média anual de 1485 mm. O solo das áreas estudadas é um Latossolo Vermelho ácrico, de textura argilosa.

Foi utilizada a linhagem 07SEQCL441 CL que possui um gene que lhe condiciona resistência ao herbicida Kifix®. Esta linhagem foi obtida através de um programa de retrocruzamento desenvolvido pela Embrapa utilizando como genitor recorrente a cultivar BRS Primavera e como doador de gene de resistência a cultivar Cypress CL. O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados em esquema fatorial 4x3, com quatro repetições. Os tratamentos constaram da combinação de quatro doses de nitrogênio aplicadas em cobertura (0, 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹) e três espaçamentos (22,5, 35 e 45 cm entre linhas). O nitrogênio foi aplicado aos 40 dias após a emergência da cultura.

Foi utilizado 300 kg.ha⁻¹ da formulação 05-30-15 na semeadura, com densidade de 230 sementes viáveis por metro quadrado. Os tratos culturais foram realizados de acordo

¹ Dr., Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, Km 12, Fazenda Capivara, Zona Rural Caixa Postal: 179 CEP: 75375-000 - Santo Antônio de Goiás – GO, mabio.lacerda@embrapa.br

² Estagiário, estudante de graduação - Centro Universitário Uni-anhanguera

³ Estagiário, estudante de graduação - Unievangélica - Centro Universitário de Anápolis

⁴ Dr., Embrapa Arroz e Feijão.

com as recomendações técnicas para a cultura. Embora tenha sido cultivado no período de verão (período chuvoso na região), houve necessidade de irrigação complementar por autopropelido em períodos de veranico. A lâmina d'água utilizada foi de acordo com o Kc da cultura no momento de ocorrência do veranico. A colheita do arroz foi realizada na maturação fisiológica e os grãos secos a umidade de 13%. Avaliou-se a produtividade de grãos, número de panículas e perfilhos, altura de plantas e massa de mil grãos. Nas variáveis qualitativas realizou-se o teste comparativo de médias Tukey ($p < 0,05$) e nas variáveis quantitativas realizou-se análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre os fatores doses de nitrogênio e espaçamento entre linhas (Tabela 1). A altura de plantas, número de perfilhos e de panículas por metro quadrado não foram influenciados pelo aumento de doses de nitrogênio. Por outro lado, a produtividade de grãos e a massa de mil grãos apresentaram respostas de maneira quadrática (Figura 1) e linear (Figura 2), respectivamente, de acordo com o aumento das doses de nitrogênio. (Tabela 1). De acordo com Fageria et al. (2011), o nitrogênio é um dos nutrientes que mais afetam a produtividade da cultura do arroz. Entretanto, Arf et al. (2015) ressaltam que o excesso desse nutriente pode ser prejudicial pois pode proporcionar maior suscetibilidade à doenças e também maior acamamento de plantas.

Houve maior produtividade de grãos no espaçamento de 22,5 cm em comparação aos de 35 e 45 cm entre linhas. Essa maior produtividade pode ter ocorrido devido ao maior número de perfilhos e panículas no menor espaçamento (Tabela 1). Segundo Stone e Guimarães (2006), a produtividade possui correlação direta com o número de panículas por área. A Altura de plantas e a massa de mil grãos não foram influenciadas pelo espaçamento entre linhas.

Tabela 1. Produtividade (Prod), Altura de plantas (Alt), número de panículas (Pan) e de Perfilhos (Perf) e Massa de mil grãos (M1000) do arroz de terras altas em função de doses de N aplicadas ao solo e espaçamento entre linhas. Santo Antônio de Goiás, Safra 2012/13.

Fatores	Prod	Alt	Pan	Perf	M1000
<u>Doses de N</u>	Kg ha ⁻¹	cm	n. m ⁻²	n. m ⁻²	g
0	3674,92	89,98	315,28	316,43	23,41
50	3950,57	91,27	355,85	336,4	22,78
100	3841,27	91,70	345,84	346,66	22,54
150	3545,26	91,25	318,58	319,89	22,07
<u>Espaçamento (cm)</u>					
22,5	4391,68 a	91,70 ^{ns}	357,22 a	357,91 a	22,68 ^{ns}
35,0	3551,24 b	90,46 ^{ns}	330,44 ab	331,43 ab	22,58 ^{ns}
45,0	3316,09 b	90,99 ^{ns}	299,01 b	300,29 a	22,87 ^{ns}
<u>Fatores</u>	ANOVA (Probabilidade do teste F)				
Doses de N (N)	0,0384	0,5563	0,5819	0,5944	<0,0001
Espaçamento (E)	<0,0001	0,5237	0,0392	0,0410	0,3084
(N) x (E)	0,8285	0,8600	0,5761	0,5645	0,5851
Média	3753,00	91,05	328,89	329,85	22,71
DMS	349,97	3,06	61,6	61,46	0,54
CV (%)	9,33	3,36	18,73	18,63	2,37

^{ns} Não significativo. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste Tukey (P<0,05)

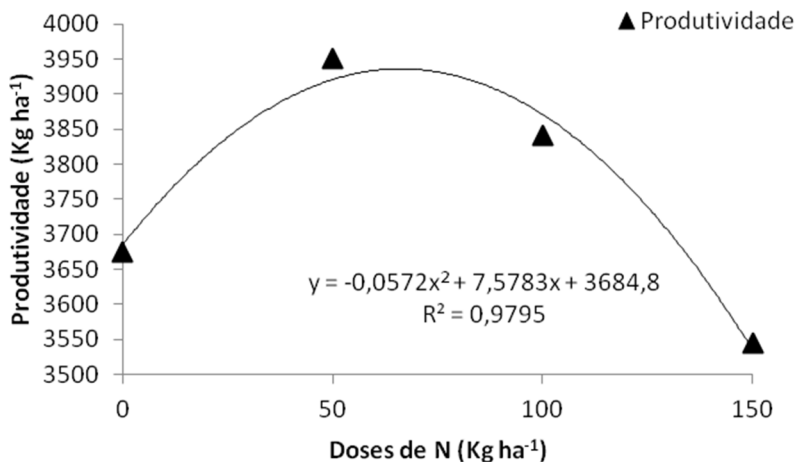


Figura 1. Produtividade de grãos do arroz em função de doses de N aplicadas aos 40 dias após a emergência da cultura. Santo Antônio de Goiás, safra 2012/2013.

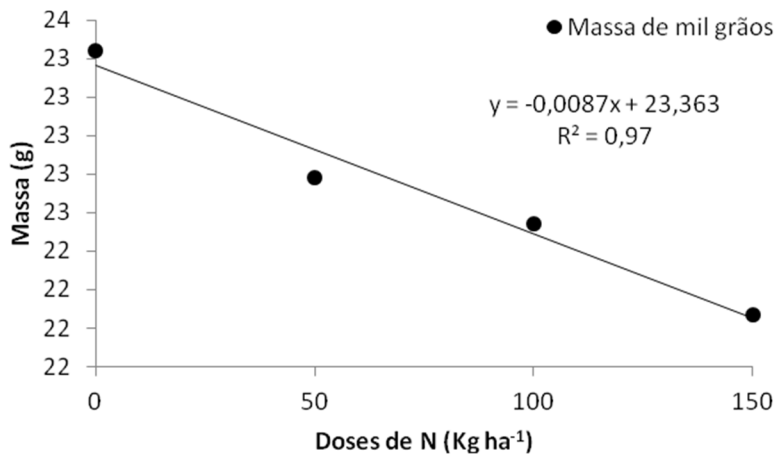


Figura 2. Massa de mil grãos em função de doses de N aplicadas aos 40 dias após a emergência da cultura. Santo Antônio de Goiás, safra 2012/2013.

CONCLUSÃO

A linhagem de arroz de terras altas 07SEQCL441 CL produz mais no espaçamento

22,5 cm em comparação aos de 35 e 45 cm.

A máxima produtividade de grãos da linhagem de arroz de terras altas 07SEQCL441 CL, foi com a aplicação de 66,24 kg ha⁻¹ de N, aplicado em cobertura.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa pelo apoio financeiro para realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARF, O. et al. Adubação antecipada de nitrogênio na cultura do arroz de terras altas sob plantio direto. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, PA, v. 58, n. 1, p. 6-13, jan./mar. 2015.

BALBINOT JR., A.A. et al. Características de plantas de arroz e a habilidade competitiva com plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.2, p.165-174, 2003.

FAGERIA, N. K. et al. Yield and yield components of upland rice as influenced by nitrogen sources. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, PA, v. 34, p. 361-370, 2011.

GUIMARÃES, C.M.; STONE, L.F.; SILVA, F.X. **Espaçamento Entre linhas para o Arroz de Terras Altas com Arquitetura de Planta Moderna**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 4p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 67).

MARCHESAN, E. et al. Arroz tolerante a imidazolinonas: banco de sementes de arroz-vermelho e fluxo gênico. **Planta Daninha**, Viçosa, v.29, n. spe, p.1099-1105, 2011

STONE, L. F.; GUIMARÃES, C. M. **Análise da produtividade de grãos de três cultivares de arroz de terras altas: características varietais e potenciais de produtividade**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 16 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 24).

ESTRATÉGIAS DE MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA DE COBERTURA PARA AUMENTAR A EFICIÊNCIA NO USO DO N PELO ARROZ IRRIGADO

Allan Diego Fistarol¹; Ronaldir Knoblauch²; Luís Sangoi³; Fabiana Schmidt²

Palavras-chave: ureia, liberação gradual, amônio, perda de nitrogênio.

INTRODUÇÃO

O nitrogênio (N) é o nutriente absorvido em maiores quantidades pelo arroz e o que mais interfere na produtividade da cultura. No entanto, a dinâmica do N no solo é complexa devido à multiplicidade de formas químicas e das reações aos quais ele está sujeito. Nos solos alagados, essas transformações são ainda mais complexas, em função da existência de uma lâmina de água sobre o solo e de uma camada oxidada em torno das raízes do arroz (PONNAPERUMA, 1972). Essas características impactam diretamente na sua recuperação do N pelas plantas.

Os fertilizantes formadores de amônio no solo são os fertilizantes recomendados para o arroz irrigado, sendo a ureia a fonte de nitrogênio mais utilizada devido ao menor custo por unidade de N. Contudo, o seu aproveitamento na recuperação pelas plantas raramente ultrapassa 50%. A volatilização da amônia e a nitrificação, seguida pela desnitrificação, são os principais mecanismos de perdas de N nos solos alagados (KNOBLAUCH et al., 2012).

A baixa eficiência de uso do nitrogênio contido na ureia torna premente a realização de trabalhos de pesquisa para identificar novas tecnologias em produtos e formas de aplicação do fertilizante nitrogenado para melhorar os índices de aproveitamento do N aplicado nas lavouras de arroz irrigado. Por ser o nitrogênio o nutriente mais importante para o arroz irrigado, a diversificação de fontes alternativas ou novas tecnologias de fertilização nitrogenada para cultura do arroz é ainda um desafio para a pesquisa, já que as possibilidades identificadas até o momento têm sido pouco eficientes.

Uma alternativa que pode ser utilizada pelos rizicultores é utilização de fertilizantes nitrogenados de liberação gradual no solo. Estes fertilizantes podem melhorar o aproveitamento do N, evitando perdas excessivas de nitrogênio, gerando ganhos significativos de produtividade nas lavouras com menores quantidades de adubo (SCIVITTARO et al., 2005). A redução na dose, além de diminuir o custo de produção, pode mitigar o potencial poluidor das áreas cultivadas com arroz.

Portanto, um amplo entendimento da dinâmica do N em solos alagados, especialmente a partir da aplicação de ureia e das novas tecnologias de adubação nitrogenada, é de fundamental importância para a racionalização no uso fertilizantes nitrogenados no arroz irrigado. Com base nisto conduziu-se este trabalho, objetivando avaliar os efeitos de fontes e formas de aplicação do fertilizante nitrogenado em cobertura sobre o desempenho agrônomo do arroz irrigado cultivado no sistema pré-germinado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido a campo, na Estação Experimental da Epagri em Itajaí, SC, durante a safra 2014/15. Os tratamentos foram dispostos num fatorial 2 x 2 x 2. Foram comparadas duas fontes de N: ureia (45% N) e um fertilizante de liberação gradual de N no

¹ Eng. Agrônomo Mestrando em Produção Vegetal, Cav/Udesc, Av. Luiz de Camões, 2090 - Conta Dinheiro, Lages - SC, CEP 88520-000, diego_fistarol@hotmail.com.

² Eng. Agrônomo, Doutores, Pesquisadores da Epagri, Estação Experimental de Itajaí, Rodovia Antônio Heil, Km6, nº 6.800, Itajaí, SC, CEP 88.318-112.

³ Engenheiro Agrônomo, Ph.D., Professor Titular do Departamento de Agronomia da UDESC, Lages, SC.

solo (29% N). O efeito de cada fonte foi avaliado em duas doses de nitrogênio em cobertura, equivalentes a 60 e 90 kg de N por hectare; e com duas formas de aplicação: na lama e sobre lâmina de água. Houve um tratamento testemunha sem aplicação de N. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso. Portanto, o experimento teve 27 parcelas experimentais (9 tratamentos x 3 repetições).

O experimento foi desenvolvido num Gleissolo Háplico distrófico. As principais características do solo são: pH-H₂O=5,0; P=10,8 mg kg⁻¹; K=65 mg kg⁻¹; MO=22 g kg⁻¹; Al=0,7 cmolc dm⁻³; Ca=1,6 cmolc dm⁻³; Mg=1,1 cmolc dm⁻³ e teor de argila 300 g kg⁻¹. Foi utilizada a cultivar SCS 118 Marques. A semeadura do experimento foi feita em caixas, no final do mês de outubro de 2014, utilizando sementes pré-germinadas. Quando as plantas estavam no estágio V2 da escala de Counce et al. (2000), elas foram transplantadas para a área experimental no dia 13 de novembro. Após o transplante, os manejos fitossanitários foram feitos conforme as recomendações da Sosbai (2014). As doses de N foram aplicadas em duas coberturas, feitas 30 e 70 dias após a semeadura, quando a cultura estava nos estádios V4 e R0/R1 da escala de Counce et al. (2000). A dose foi parcelada em 50% para cada aplicação. Nas parcelas em que os fertilizantes foram aplicados na lama, a água foi retirada 24 horas antes da aplicação dos fertilizantes e reposta 24 horas após.

Quando a cultura atingiu o estágio V7 (aproximadamente 15 dias após o início da diferenciação do primórdio floral – DPF), foram colhidas algumas plantas para determinação da massa seca de parte aérea e do teor de N no tecido. Na ocasião da colheita, foram retiradas duas amostras: na primeira foram colhidas apenas as panículas numa área de 3 x 2 m (6 m²), onde foi determinada a produtividade de grãos. Na segunda foram cortadas todas as plantas rente ao solo numa área de 0,7 x 0,7 m (0,5 m²), para determinação da massa seca da parte aérea, do teor de N na palha, a massa de grãos e os componentes do rendimento, como esterilidade de espiguetas, nº de panículas por m² e massa de 1000 grãos. Para tanto se utilizou uma sub-amostra quarteada de 1/8 da segunda amostra. Para determinar a eficiência agrônômica dos fertilizantes nitrogenados foi utilizada a metodologia descrita por Fageria et al. (2006). Os resultados obtidos no experimento foram submetidos à análise de variância através do teste F, ao nível de significância de 5%. Quando detectadas diferenças entre tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferenças significativas entre fontes, doses e formas de aplicação do fertilizante nitrogenado em cobertura sobre o rendimento de grãos, componentes do rendimento e eficiência de uso do N (Tabela 1). Também não foram registradas diferenças significativas entre os tratamentos com nitrogênio e a testemunha para estas variáveis. O rendimento de grãos externado pelas parcelas sem aplicação de N em cobertura foi elevado (7.757 kg ha⁻¹), indicando que houve boa disponibilidade de N às plantas durante o seu ciclo. Isto mitigou as possíveis diferenças as fontes e formas de aplicação do fertilizante nitrogenado avaliadas no trabalho

Três fatores podem ajudar a explicar os resultados obtidos. O primeiro está relacionado com o sistema de irrigação utilizado no trabalho. A área foi alagada no início do mês de outubro de 2014, por ocasião do preparo do solo para a formação do lameiro. Por outro lado, as mudas somente foram transplantadas em 13/11/2014, 35 dias após o alagamento. O alagamento antecipado possivelmente contribuiu para que a matéria orgânica tenha liberado e acumulado amônio para as plantas no início do ciclo, conforme reportado por Knoblauch et al (2012). O segundo fator foi a ocorrência de altos índices pluviométricos durante todo o período experimental. Entre novembro de 2014, quando as mudas foram transplantadas, e março de 2015, quando o ensaio foi colhido, foram registrados 1124 mm de chuva na estação experimental da Epagri em Itajaí. A elevada precipitação pluviométrica possivelmente fez com que o nitrogênio proveniente das chuvas contribuisse para atender a demanda nitrogenada das plantas. A precipitação de N na atmosfera pode ocorrer de forma

combinada, como amônia e formas orgânicas em resíduos finamente subdivididos. As chuvas carregam para o solo o NH_3 , o NO_3^- e outras formas existentes na atmosfera, principalmente em áreas industriais (FORNARO, 2006). O terceiro fator está ligado à incidência de doenças, principalmente do fungo *Ustilaginoides virens*, causador do falso carvão. A ocorrência de patógenos foi favorecida pelos altos índices pluviométricos, pela elevada umidade relativa do ar e pela baixa disponibilidade de radiação solar. Estas três características limitaram o potencial produtivo da cultura, minimizando os efeitos das fontes, doses e formas de aplicação do nitrogênio testados no trabalho sobre o desempenho agrônomo da cultura.

Tabela 1: Componentes do rendimento e produtividade, comparando ureia e um fertilizante de liberação gradual no solo, em duas doses e duas formas de aplicação, safra de 2014/15.

Tratamento*	Paniculas por m ² (nº)	Grãos por panicula (nº)	Massa de 1.000 grãos (g)	Massa da parte aérea (g)	Rendimento de grãos (Kg ha ⁻¹)	Eficiência Agrônômica de uso do N (kg kg ⁻¹)
1	308 **	116 **	27,6**	442 b ^{1/}	7.757	—
2	316	125	26,9	555 ab	7.763	0,09 a
3	324	105	24,6	610 ab	8.324	9,44 a
4	328	128	24,5	592 ab	7.664	0,00 a
5	366	122	25,5	793 a	8.286	5,87 a
6	358	133	27,1	633 ab	8.827	17,82 a
7	352	125	26,3	624 ab	8.876	18,64 a
8	354	127	26,7	562 ab	8.942	13,16 a
9	360	121	26,5	607 ab	8.742	10,93 a

* 1) Testemunha sem aplicação de N; 2) Fertilizante de liberação gradual, aplicado sobre a lama e dose de 60 kg N/ha; 3) Ureia na lama e dose de 60 kg N/ha; 4) Fertilizante de liberação gradual, aplicado sobre a lama e dose de 90 kg N/ha; 5) Ureia na lama e dose de 90 kg N/ha; 6) Fertilizante de liberação gradual, aplicado sobre a lâmina de água e dose de 60 kg N/ha; 7) Ureia na lâmina de água e dose de 60 kg N/ha; 8) Fertilizante de liberação gradual, aplicado sobre a lâmina de água e dose de 90 kg N/ha; 9) Ureia na lâmina de água e dose de 90 kg N/ha.

** Diferenças entre médias não significativas na coluna;

^{1/} Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%;

CONCLUSÃO

As formas e fontes de nitrogênio aplicadas em cobertura não interferiram no rendimento de grãos, nos componentes do rendimento e na eficiência de uso do nitrogênio do arroz irrigado cultivado no sistema pré-germinado. No entanto, os tratamentos que receberam aplicação sobre lâmina de água demonstraram melhor desempenho.

AGRADECIMENTOS

À FAPESC e ao CNPq pelo apoio financeiro à realização deste trabalho através do edital 022/2010 Repensa. Ao CNPq pela concessão da bolsa de produtividade em pesquisa ao terceiro autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COUNCE, P. A. et al. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 4, p. 436-443, 2000.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; CLARCK, R. B. **Physiology of crop production**. 1ª ed. New York: Haworth Press, Incorporated, 345 p. 2006.

FORNARO, A. Águas de chuva: conceitos e breve histórico. Há chuva ácida no Brasil?.

Revista USP, São Paulo, SP. n. 70, junho/agosto 2006.

PONNAMPERUMA, F. N. The chemistry of submerged soils. *Advances In Agronomy*. **The International Rice Research Institute**, Los Bahos, Laguna, Philippines, v. 24, p. 29-96, 1972. Disponível em: <http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAA956.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2015.

KNOBLAUCH, R. et al. Dinâmica do nitrogênio em solo alagado decorrente da aplicação de ureia e cama de aves na presença e na ausência de plantas de arroz. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 2011, Balneário Camboriú, SC. **Anais**. Itajaí, SC: Epagri, 2011. p. 207 – 210.

SCIVIATTARO, W. B. et al. **Uso do inibidor de urease NBPT na cultura do Arroz Irrigado**. Embrapa, 2005. Disponível em:

<<http://www.cnpaf.embrapa.br/publicacao/seriedocumentos>>. Acesso em: 20 maio 2014.

SOSBAI. **Arroz Irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Bento Gonçalves, RS: SOSBAI, 2014.

TEDESCO, M. J. et al. **Análise do solo, plantas e outros materiais**. 2 ed. Porto Alegre: Departamento de Solos. Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1995.

EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR EN ESTADO DE MACOLLAJE Y POST-DIFERENCIACIÓN DE ARROZ

Rodolfo Bezus¹, María Pincirolí¹, Alfonso Vidal¹, Liliana Scelso¹, Gabriel Frank² y Carlos Rivas²

Palabras Claves: fertilización foliar, rendimiento, ambiente.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de fertilizantes foliares como complemento a la fertilización tradicional es una tecnología cuyo uso se ha incrementado en los últimos años con el objeto de mejorar el uso de los recursos o revertir los efectos producidos por factores de estrés.

El uso de esta tecnología ha demostrado en muchos casos, resultados alentadores mientras que en otros no tan claros. Los efectos de estas prácticas puntuales son dependientes del estado del cultivo y las condiciones del ambiente en el momento de la aplicación y posteriores, la fertilidad del suelo, utilización de otros fertilizantes, y otras variables que deben considerarse para lograr un uso adecuado de esta tecnología. Camargo, 2008 no encontró diferencias en los rendimientos y sus componentes al usar fertilizantes con micronutrientes. En Entre Ríos con aplicaciones en macollaje se obtuvieron incrementos en el rendimiento de 1253 kg.ha⁻¹ (15,16%) aplicando un fertilizante con micronutrientes en estado de macollaje y luego de una adecuada fertilización del suelo que definió un ambiente favorable para altos rendimientos (Vidal, 2014). Se ha mencionado esta práctica como de utilidad para mejorar los resultados en situaciones donde se ven limitados los rendimientos (Quinteros, 2014). Los suelos predominantes en la zona del ensayo son los denominados Vertisoles con horizonte textural. El relieve de las arroceras determina sectores que pueden ser catalogados como altos y bajos.

El objetivo en esta experiencia fue evaluar la aplicación de un fertilizante foliar sobre el rendimiento y la calidad industrial de arroz largo fino en dos situaciones de suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se realizó en la localidad de Villa Elisa, en un lote proveniente de campo naturalizado con actividad ganadera por 3 años luego de un año de arroz.

Se instalaron dos ensayos en dos ambientes del lote definidos por el relieve y denominados como alto y bajo. Los análisis básicos del suelo no mostraron grandes diferencias entre los sectores presentando el alto un PH de 6.89, 0,201% de nitrógeno total, 2,80 de carbono total y 3,3% de materia orgánica. El bajo mostro un PH de 6,52, 0,208% de nitrógeno total, 2,68 de carbono total y 3,2% de materia orgánica. Los contenidos de fósforo fueron bajos, 3 y 4ppm para el bajo y el alto respectivamente. El suelo se preparó utilizando disco y rastrón, y se realizó control químico en presiembra y preemergencia con glifosato. Se sembró el 24 de octubre con 500 semillas por metro cuadrado la variedad Gurí INTA CL. Se fertilizó a la siembra con 60 kg.ha⁻¹ de fosfato diamónico y con 100 kg.ha⁻¹ de urea. Luego de la floración se aplicó fertilizante foliar y Fungicida para asegurar la calidad de la semilla.

Se evaluaron cinco tratamientos para la aplicación de Nutrifort plus: Testigo, sin fertilizante foliar (T1), dos tratamientos en macollaje (23/12): 250 cc.ha⁻¹ (T2) y 500 cc.ha⁻¹ (T3) y dos en pos diferenciación (23/01): 250 cc.ha⁻¹ (T4) y 500 cc.ha⁻¹ (T5). El fertilizante utilizado fue Nutrifort Plus, un quelatado con fosfitos de Manganese que contiene **N**: 10,00% **P**: 7,60% **K**: 6,10 **S**: 1,34% **Ca**: 0,03% **Fe**: 0,58% **Mn**: 0,01% **Zn**: 1,22% **B**: 0,02.

¹ Programa Arroz. Curso Oleaginosas y Cultivos Industriales. Fac. de Cs. Agr. y Ftaleas. – Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Bs. As. Argentina. bezus@agro.unlp.edu.ar

² Departamento Agronómico de la Cooperativa Arroceros Villa Elisa. Entre Ríos.

Se cosechó el 16/3 manualmente y se evaluó el rendimiento, la calidad industrial y el peso de mil granos. Se realizó un Análisis de la Varianza (ANOVA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fertilización foliar en el lote alto, produjo incrementos de rendimiento que resultaron significativos en el tratamiento de mayor dosis aplicado en post-diferenciación. Este lote presentaría la ventaja de una mayor profundidad para útil del suelo. El ensayo presentó un rendimiento promedio de 9977 kg.ha⁻¹ indicando un buen sitio y tecnología aplicada. Los rendimientos (Tabla 1) permiten ver una respuesta más clara a la mayor dosis del fertilizante en las condiciones de este ensayo. El incremento de rendimiento del T5 fue de un 15.4% (1415 kg.ha⁻¹) mostrando incrementos similares los tratamientos T3 Y T4. Estos resultados pueden relacionarse a un mayor número de panojas y número de granos por panoja que, sin ser significativos aportan al rendimiento.

Esta diferencia en el número de panojas se explicaría, en este contexto de buenas condiciones de cultivo, en una mejor eficiencia en el logro de panojas a partir de una buena producción de macollos. Como en ensayos previos no se encontró diferencias en el peso de mil granos.

Los resultados en este ambiente de mayor fertilidad indican que la dosis de 500 cc sería la indicada para esperar respuestas claras en los rendimientos. La mayor respuesta en la aplicación de post-diferenciación podría explicarse por la función que cumpliría el fertilizante como activador del metabolismo y la fotosíntesis en un momento crítico como es la formación de estructuras reproductivas.

No se registraron diferencias en los parámetros de rendimiento industrial y se observó una leve baja en el porcentaje de grano entero en los tratamientos de mayor rendimiento que podría relacionarse con el mayor número de macollos transformados en panojas.

En ensayos previos (Vidal, 2014) se encontraron mejoras en el porcentaje de grano entero siendo este otro aspecto a estudiar en diferentes situaciones de cultivo.

Tabla 1: Rendimiento, componentes y parámetros de calidad industrial para los tratamientos de fertilización foliar evaluados sobre el cultivar Gurí en Lote alto. Villa Elisa 2014-2015.

Tratamiento	Rend. (kg.ha ⁻¹)	Pan.m ⁻²	PMG (g)	Gr.pan ⁻¹	Entero %	Total %
T1: Testigo	9285 b	433,3 a	24,3 a	86,8 a	58,7 ab	66,0 a
T2: 250 cc.ha⁻¹ (macollaje)	9365 b	433,3 a	24,0 a	90,1 a	60,3 a	67,7 a
T3: 500 cc.ha⁻¹ (macollaje)	10095 ab	468,6 a	24,7 a	87,6 a	59,1 ab	67,7 a
T4: 250 cc.ha⁻¹ (post-diferenc.)	10439 ab	464,0 a	24,5 a	92,3 a	57,7 ab	68,0 a
T5: 500 cc.ha⁻¹ (post-diferenc.)	10701 a	494,0 a	23,7 a	91,6 a	56,3 b	67,3 a

LSD (P > 0,05) Letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas.

Los resultados en el lote denominado como bajo (tabla 2) considerado de menor aptitud si bien no mostraron diferencias significativas se confirman la tendencia a la respuesta en el T5 donde se observó un incremento de 9,6% (863 kg.ha⁻¹).

En este ensayo no se registró efecto de la fertilización en el número de panojas por metro cuadrado y la tendencia a mayor rendimiento del T5 se logró por una buena combinación de número de panojas y granos por panoja. Si bien el sitio se cataloga como de menor calidad

el rendimiento promedio del ensayo fue de 9214 kg.ha⁻¹ indicando un buen potencial productivo.

Tabla 2: Rendimiento, componentes y parámetros de calidad industrial para los tratamientos de fertilización foliar evaluados sobre el cultivar Gurí en lote bajo. Villa Elisa 2014-2015.

Tratamiento	Rend. kg.ha ⁻¹	Pan.m ⁻²	PMG (g)	Gr.pan ⁻¹	Entero %	Total %
T1:Testigo	8941 a	456,3 a	23,8 a	82,4 c	58,7 a	68,0 ab
T2: 250 cc.ha⁻¹ (macollaje)	9191 a	407,6 b	24,0 a	94,4 ab	59,0 a	68,0 ab
T3: 500 cc.ha⁻¹ (macollaje)	9169 a	449,6 ab	23,0 a	88,9 abc	59,3 a	68,6 a
T4: 250 cc.ha⁻¹ (post-diferenc.)	8968 a	432,0 ab	23,9 a	87,0 bc	58,7 a	67,0 b
T5: 500 cc.ha⁻¹ (post-diferenc.)	9804 a	438,6 ab	23,4 a	95,5 a	59,7 a	69,0 a

LSD (P > 0,05) Letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas.

La menor respuesta a la fertilización foliar podría indicar que en suelos con menor aptitud sería menor la respuesta de este tipo de prácticas. En los parámetros de calidad industrial no se encontraron diferencias entre los tratamientos evaluados. Considerando las ganancias de rendimiento, con la salvedad de no ser estadísticamente significativas en todos los casos, igualmente resulta muy interesante estudiar la factibilidad económica del empleo de la tecnología. Los resultados presentados confirman que la respuesta a esta tecnología está muy asociada a las diversas variables que la determinan y deben realizarse experiencias en un mayor número de ambientes para asegurar la consistencia de los resultados.

CONCLUSIÓN

La condición del lote determinó la respuesta a la fertilización foliar. En el sector alto del lote la fertilización foliar es una herramienta de utilidad para incrementar los rendimientos. Cuando se evaluó en condiciones inferiores del lote la fertilización foliar no se mostró necesaria.

Las aplicaciones luego de la diferenciación de la panoja son las que logran mejoras en el rendimiento que justifican la aplicación.

Por los resultados encontrados y los reducidos costos de esta tecnología resulta ser una práctica a considerar. Deben evaluarse respuestas en diferentes ambientes, momentos de aplicación y planteos nutricionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Camargo, E. R. et al. Manutenção da área foliar e produtividade de arroz irrigado com a aplicação de fertilizantes foliares no estágio de emboirachamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.5, p. 1439-1442. 2008.
- Vidal, A.; Bezus, R., Pincirolli, M., Scelso, L. Fertilización foliar en estado de macollaje de arroz: efectos sobre el rendimiento y la calidad del grano en el cultivar Don Ignacio. Concordia. Entre Ríos. Proarroz. Resultados Experimentales 2013-2014, 25 años; pp. 103-104.2014.
- Quintero C. Factores limitante s para el crecimiento y la productividad del arroz en Entre Ríos. Argentina. Concordia. Entre Ríos. Proarroz. Resultados Experimentales 2013-2014, 25 años; pp. 91-95. 2014.

EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE ARROZ IRRIGADO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO POR LONGO PRAZO

Filipe Selaue Carlos¹; Elio Marcolin²; Rodrigo Schmitt Fernandes³; Tiago Viegas Cereza⁴; Flávio Anastácio de Oliveira Camargo⁵

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., rendimento de grãos, plantio direto.

INTRODUÇÃO

O arroz é um dos cereais mais cultivados no mundo. Faz parte da alimentação básica de três bilhões de pessoas (SOSBAI, 2014). No Brasil cultiva-se próximo de 2,4 milhões de ha (SOSBAI, 2014). No Sul do Brasil predomina o cultivo nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Juntos esses Estados são responsáveis por 75 % da produção total de arroz no Brasil. A maior produtividade de arroz no Sul do Brasil ocorre, principalmente, devido ao sistema de irrigação por inundação utilizado em 100 % das áreas de lavouras comerciais cultivadas nesses dois Estados. Esse sistema de irrigação permite um eficiente controle de plantas daninhas, elimina o déficit hídrico para a cultura e promove alterações eletroquímicas no solo que aumentam a disponibilidade de nutrientes para a cultura (SOSBAI, 2014).

Mesmo com altas produtividades nas lavouras de arroz irrigado no Sul do Brasil o custo das lavouras de arroz é bastante elevado. Nos últimos anos a inflação, a alta do dólar, da energia elétrica, de combustíveis fósseis (óleo diesel e defensivos) vem reduzindo cada vez mais a margem de lucro e tornando, em muitas ocasiões, as lavouras de arroz irrigado inviáveis economicamente. Além do aumento do custo de produção a maior parte das lavouras de arroz do RS, 65 a 70 %, são arrendadas o que imobiliza significativamente a capacidade de investimento e a margem líquida dos produtores rurais.

O cenário atual exige uma racionalização de custos e manter constante o aumento de produtividade da lavoura arrozeira. O arrendamento (terra + água) representa 21 % dos custos, os fertilizantes 11 %, mão de obra 10%, colheita 9 % e defensivos agrícolas 8 % (BARATA & TOLEDO, 2015). O preparo do solo tem representado de R\$ 500,00 à R\$ 600,00 por ha e é um dos poucos fatores que podem ser alterados visando à redução de custos. Nas áreas de cultivo de arroz predominam áreas com preparo anual que envolve gastos em óleo diesel, mão de obra e depreciação das máquinas e implementos. O plantio direto é uma alternativa que pode ser utilizada com o objetivo de reduzir os custos da lavoura de arroz que podem representar até 10 % dos custos totais da lavoura. Contudo o plantio direto em solos de cultivo de arroz irrigado impõe alguns desafios de manejo. Primeiro é necessário colher-se em solo seco para evitar a desuniformização da superfície do solo, segundo o manejo da resteva do arroz é outro grande desafio. A resteva é um material fibroso, com alta relação C:N, rico em silício que reduz bastante a decomposição da palha. Soma-se a isso ainda as condições de excesso hídrico em razão de serem solos de má drenagem e as baixas temperaturas no inverno no Sul do Brasil que retardam ainda mais a decomposição da resteva de arroz. Além dessas questões soma-se as alterações de ordem química e microbiológica que ocorre no solo. Nos primeiros 3 a 5 anos, ocorre um aumento significativo de biomassa microbiana no solo que imobilizam temporariamente, nutrientes importantes como nitrogênio e fósforo e indisponibilizam parcialmente para as

¹ Engº Agrônomo, Instituto Rio Grandense do Arroz, Rua Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494, CEP 94930-030, Cachoeirinha, RS. filipe-carlos@irga.rs.gov.br

² Engº Agrônomo, M.Sc. Instituto Rio Grandense do Arroz

³ Estudante de Agronomia-UFRGS.

⁴ Tec. Agr., Instituto Rio Grandense do Arroz.

⁵ Engº Agrônomo, Dr. Prof. Titular do Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS.

plantas com redução na produtividade das culturas. Na prática, nos primeiros anos de implantação do plantio direto recomenda-se a aplicação de maiores quantidades de N para reduzir esse desbalanço nutricional.

Posteriormente ao período inicial, o plantio direto pode promover o aumento dos estoques de carbono no solo, maior agregação e melhoria de CTC no solo, principalmente no solos de terras baixas do RS que, na maioria, possuem baixa CTC e fertilidade natural.

Assim, o objetivo desse trabalho é avaliar a evolução da produtividade de arroz irrigado sob diferentes sistemas de manejo do solo conduzido por 20 anos em terras baixas

MATERIAL E MÉTODOS

O protocolo experimental é conduzido desde a safra agrícola 1994/95 na Estação Experimental do Instituto Rio Grandense do Arroz, no município de Cachoeirinha (RS), Rio Grande do Sul. As coordenadas geográficas do local são 29°57'02" S, 51°05'02" W e 7 m, respectivamente.

O experimento foi conduzido em um Gleissolo Háptico distrófico (Embrapa, 1999), textura franca. A caracterização química do solo da área amostrada em 2010 é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização química do protocolo experimental em 2005.

Atributo	Argila	MO	pH	P	K	Ca	Mg
	G Kg ⁻¹	g Kg ⁻¹		mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³
Camada							
0-20 cm	170	17	5,3	14,3	41,8	3,5	1,1

Os tratamentos foram definidos com base no manejo do solo utilizado em cada sistema, sendo utilizado sistema plantio direto, sistema pré germinado e sistema convencional. O sistema plantio direto é caracterizado pelo mínimo revolvimento do solo, ou seja, nesse sistema não há preparo de solo com grade, arado ou outro implemento que cause revolvimento do solo. O sistema convencional é caracterizado pela mobilização e aplainamento do solo com o objetivo de propiciar condições favoráveis a emergência e ao desenvolvimento inicial de plantas de arroz (SOSBAI, 2014). Já o sistema pré germinado é caracterizado pela implantação das sementes germinadas em solo previamente alagado. Esse sistema caracteriza-se pelo intenso numero de operações de preparo do solo, superior ao convencional.

O experimento possui delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições. As unidade experimentais são parcelas que possuem dimensões de 40 x 28 m (1.120 m²).

Os níveis de adubação e a aplicação de defensivos agrícolas adotados no experimento foram de acordo com o potencial produtivo e recomendações técnicas de manejo adotado para a cultura do arroz irrigado. No início do protocolo (1994/95) as adubações de N, P₂O₅ e K₂O foram 95, 60 e 75 kg ha⁻¹, respectivamente. A última adubação de N, P₂O₅ e K₂O feita na safra 2014/15 foi de 150, 70 e 110 kg ha⁻¹, respectivamente. Na média as adubações de N, P₂O₅ e K₂O foram 120, 55 e 80 kg ha⁻¹, respectivamente. Nas safras de 1994/95 foi utilizado cultivar BR – IRGA 410, de 2001/02 a 2003/04 e 2006/07 a 2007/08 -IRGA 422 CL. Nas safras 2004/05 e 2005/06 - IRGA 417. De 2008/09 e 2009/10 – Puitá Inta CL. Já a ultima safra 2014/15 foi utilizado o IRGA 424. A densidade de semeadura utilizada até o ano agrícola de 2009/10 foi de 125 kg ha⁻¹. Em 2014/15 a densidade foi de 100 kg ha⁻¹ de sementes.

Durante o inverno, a cobertura vegetal predominante foi o azevém (*Lolium multiflorum*), semeado a lanço no outono e estabelecendo-se até a primavera, quando as áreas eram dessecadas quimicamente para a semeadura de arroz no verão. Nas safras de 2010/11, 2012/13 e 2013/14 para reduzir a infestação de plantas daninhas principalmente arroz

vermelho (*Oriza sativa*) foi cultivado soja no protocolo experimental.

A avaliação do rendimento das culturas foram determinados ao fim do ciclo sendo coletados 6 quadros de 4m² em cada parcela, posteriormente as panículas eram trilhadas e determinado os pesos e umidade. Depois, as quantidades eram extrapoladas para 1 ha (10.000 m²) e corrigida umidade para 13%.

Os rendimentos foram submetidos à análise de variância. As análises que demonstrarem significância pelo F-teste ($p < 0,05$), foram submetidas à comparação de médias pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de produtividade de grãos dos três sistemas de manejo do solo são apresentados na Figura 1. Inicialmente, observa-se que o sistema de plantio direto teve produtividade inferior ao preparo convencional em três safras até os 10 anos iniciais de condução do ensaio experimental. Possivelmente, no plantio direto ocorreram alterações de ordem microbiológica e nutricional no solo que afetou a produtividade em alguns anos. Sem o revolvimento do solo aumenta-se significativamente a quantidade de biomassa da microbiota do solo, principalmente aumento da massa de fungos no solo. Essa mudança provoca uma indisponibilização temporária de nutrientes para as plantas, principalmente de nitrogênio, com perdas significativas de produtividade (BALOTA et al., 2014).

Após os 10 anos iniciais, não se obteve em nenhum ano produtividade de grãos do plantio direto inferior ao preparo convencional. Inclusive, na safra 2009/10 a produtividade de grãos de arroz no sistema plantio direto foi superior ao preparo convencional. Possivelmente as melhorias de solo, principalmente maiores teores de carbono e melhoria de CTC começaram a refletir no plantio direto e as produtividades passaram a ser equivalente ou superior à do convencional, como na safra 2009/10.

Observou-se também que o sistema pré-germinado teve produtividade superior ao plantio direto em 11 safras. O aumento da produtividade do pré-germinado se deve ao melhor controle de plantas daninhas devido à semeadura de sementes germinadas em solo já previamente alagado.

No geral, se observou um aumento significativo nas produtividades do arroz no três sistemas adotados. Esse aumento considerável partiu de cerca de 5.000 kg/ha na safra 1994/95 para mais de 10.000 kg/ha na safra 2014/15. Boa parte dessa evolução de produtividade ocorreu devido à adoção de melhores práticas de manejo como: semeadura em época preferencial, que culminou no sincronismo da fase reprodutiva da planta com o período de maior disponibilidade de radiação solar (MENEZES et al., 2012). Com a antecipação da época de semeadura o arroz irrigado passou a apresentar maior resposta a adubação. Em termos de manejo da adubação nitrogenada, a aplicação do N em solo seco com posterior entrada d'água também foi um passo importante que reduziu parte das perdas de N e consequentemente aumentou a eficiência de uso desse nutriente que é fundamental para nutrição das plantas de arroz.

Além mudanças nas práticas de manejo utilizadas no experimento houve uma evolução significativa no potencial produtivo das cultivares utilizadas. Na década de 90 cultivou-se IRGA 410 já nos anos de 2000, cultivou-se cultivares tolerantes ao grupo químico das imidazolinonas como a IRGA 422 CL e a Puitá INTA CL que possibilitam um controle mais eficientes de plantas daninhas, principalmente o arroz vermelho que é a principal planta daninha da cultura do arroz irrigado. E por fim, o aumento mais significativo de produtividade de grãos ocorreu com a utilização da cultivar IRGA 424, material genético atual e disponível no Rio Grande do Sul que possui alto potencial produtivo.

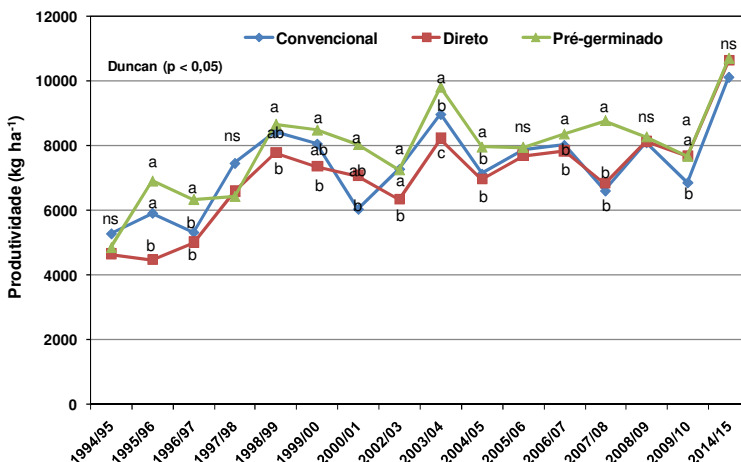


Figura 1 – Evolução da produtividade de sistemas de cultivo de arroz irrigado: plantio direto, semeadura convencional e pré-germinado desde a safra 1994/95. Teste de Duncan ($p < 0,05$).

CONCLUSÃO

O Plantio direto possui menores produtividades de grãos em relação ao preparo convencional nos primeiros 10 anos. Contudo, no período de 10 a 20 anos a produtividade desses dois sistemas de manejo do solo se equivalem.

Na maior parte dos anos agrícolas, o sistema pré germinado apresenta maior produtividade em relação ao plantio direto.

Os três sistemas de manejo do solo apresentam aumento de produtividade desde a safra 1994/95 até a safra 2014/15.

AGRADECIMENTOS

Aos professores Dr. Claudio M. Mudstock e Dr. Paulo Regis F. da Silva pelas reflexões, sugestões e importancia do manejo conservacionista de solos sob cultivo de arroz irrigado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALOTA, E.L. et al. Benefits of winter cover crops and no-tillage for microbial parameters in a Brazilian Oxisol: A long-term study. **Agriculture, Ecosystems & Environment (Print)**, v.197, p.31-40, 2014.

BARATA, T; TOLEDO, R. **Mensuração do custo de produção de arroz irrigado no rio grande do sul safra 2014/2015**. 25ª Abertura oficial da colheita do Arroz. 5, 6 e 7 de fevereiro de 2015. Tapes-RS. Disponível em: < <http://federarroz.com.br/pdf/TiagoBarata-CustosProducaoArrozRS.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2015.

SOSBAI. Arroz irrigado: **recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Bento Gonçalves, 2014. 179 p. Disponível em: < http://www.irga.rs.gov.br/upload/20141205095320recomendacoes_tecnicas_sosbai_2014.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2015.

MENEZES, V. G. et al. **Projeto 10: Estratégia de Manejo para Aumento de Produtividade e da Sustentabilidade da Lavoura de Arroz Irrigado do RS: Avanços e Novos Desafios**. Cachoeirinha: IRGA, 2012. 104p.

FONTE E DOSE DE NITROGÊNIO BASEADA NO USO DO CLOROFILÔMETRO EM ARROZ IRRIGADO

Alberto Baêta dos Santos¹; Mellissa Ananias Soler da Silva²; Thaynara Garcia Santos³; Elder de Lima Silva⁴

Palavras-chave: *Oryza sativa*, adubação nitrogenada, índice de suficiência de nitrogênio.

INTRODUÇÃO

Para a obtenção do potencial produtivo das cultivares, é necessário que se tenha um manejo adequado da cultura, principalmente com relação ao aspecto nutricional, em especial ao nitrogênio (N) (FAGERIA et al. 2008). Por ser absorvido em quantidades mais elevadas, entre as deficiências nutricionais que ocorrem no arroz irrigado, a de N é a mais frequente.

O N é um elemento que se perde facilmente por lixiviação, volatilização e desnitrificação no sistema solo-planta (FAGERIA et al., 1999; FAGERIA; BALIGAR, 2005). Uma estratégia para reduzir a perda de N no sistema solo-planta é o uso de fertilizante nitrogenado que libera N mais lentamente, de acordo com a necessidade das plantas (GOLDEN et al. 2009). De modo geral, no cultivo de arroz irrigado por inundação, na região tropical, as recomendações atuais para o uso de N seguem as estratégias de manejo tradicional; parte do N no sulco, por ocasião da semeadura, e parte em cobertura. A aplicação de N em cobertura é pré-determinada em duas épocas, metade da dose no perfilhamento ativo, aproximadamente 45 dias após a emergência das plântulas (dae) e a outra metade na diferenciação do primórdio floral, aos 65 dae (BARBOSA FILHO; FAGERIA, 2013), ou seja, não se consideram as necessidades e os estádios de maior demanda do nutriente pelas plantas de arroz. A dose varia de 90 a 120 kg ha⁻¹ de N. A falta de sincronismo entre a época de aplicação de N e a época de maior demanda da planta tem propiciado baixa eficiência de uso dos fertilizantes nitrogenados em arroz irrigado. Em razão de ser predefinida, a dose de N usada pode ser sub ou superestimada. Isso pode acarretar, por um lado, queda da produtividade de grãos, e por outro, aumento dos custos pelo uso desnecessário de fertilizantes, o que propicia diminuição de lucro do agricultor e, conseqüentemente, impacto negativo ao ambiente pela lixiviação de nitrato, maior emissão de gases oriundos do processo de desnitrificação, ou seja, risco de poluição ambiental. Para melhorar esse sincronismo, estudos de teste rápido com auxílio de sensor portátil, denominado clorofilômetro, um equipamento que gera grandezas relacionadas com os teores de clorofila presente na folha, têm sido realizados com muito sucesso em vários países para monitorar o “status” de N em plantas de arroz.

Objetivou-se, com este estudo, determinar a influência da aplicação de fontes e doses de N baseada no uso do clorofilômetro na segunda aplicação em cobertura no desempenho agrônomo da cultivar BRS Catiana de arroz irrigado tropical.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Campo Experimental da Fazenda Palmital, da Embrapa Arroz e Feijão, no município de Goianira, GO, latitude 16°26'20" S, longitude 49°23'45" W, altitude 728 m, em Gleissolo Háptico distrófico de várzea. As análises químicas, granulométricas e classificação textura das amostras de solo coletadas no início do estudo, na camada de 0 a 0,10 m de profundidade, revelaram 5,6 de pH em água (1:2,5); 41 mmolc dm⁻³

¹ Eng. Agrônomo, Dr. em Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO 462 km 12, Zona Rural, CEP 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO, alberto.baeta@embrapa.br.

² Eng. Agrônoma, Dra. em Agronomia: Solo e Água, Pesquisadora da Embrapa Arroz e Feijão.

³ Graduanda em Agronomia, Universidade Federal de Goiás.

⁴ Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Goiás.

de Ca^{2+} ; 11 mmolc dm^{-3} de Mg^{2+} ; 43 mg dm^{-3} de P; 131 mg dm^{-3} de K^{+} ; 3,3 mg dm^{-1} de Cu; 4,5 mg dm^{-3} de Zn; 239 mg dm^{-3} de Fe; 72 mg dm^{-3} de Mn; 48 g kg^{-1} de MO; 434 g kg^{-1} de argila; 214 g kg^{-1} de silte; 351 g kg^{-1} de areia.

Avaliaram-se as doses de 0, 40, 80 e 120 kg ha^{-1} de N na segunda aplicação em cobertura, de quatro fontes de N a saber: a ureia comum, 45% N, FH nitro mais, 44,6% N, nitro gold ureia + S, 37% N, nitromol, 44% N, e um tratamento adicional, correspondendo à recomendação local para dose e épocas de aplicação, que é de 90 kg ha^{-1} . O delineamento experimental usado foi o de blocos completos casualizados, com quatro repetições.

Foram efetuadas leituras com clorofilômetro (unidades-SPAD-*Soil Plant Analysis Development*), semanalmente, no terço médio da última folha desenvolvida do perfilho principal de 25 plantas de arroz. Para determinação do Índice de Suficiência de Nitrogênio (ISN), que foi obtido por meio da relação dos valores das leituras do clorofilômetro nos tratamentos a serem adubados (LT) e da área referência (LR), foi utilizada uma área de referência que recebeu 180 kg ha^{-1} de N, correspondendo ao dobro da recomendação local. As épocas das aplicações da primeira e da segunda cobertura de N foram monitoradas pelo ISN menor que 90%. Na primeira cobertura, foram aplicados 30 kg ha^{-1} de N.

Na semeadura, aplicaram-se 130 kg ha^{-1} do formulado 5-30-15 (N-P-K). Foi usado o sistema de semeadura em linha, com 80 sementes por metro, no espaçamento de 0,17 m.

Realizaram-se, por ocasião da colheita, amostragens de plantas para determinação da massa da matéria seca de palha (MSPalha) e biomassa. Para essas determinações foram coletadas plantas em um metro da linha de plantio, 0,17 m^2 , e posteriormente secas em estufa a 60 °C. Ademais, foram determinados os números de perfilhos e de panículas por área, a altura de plantas, o índice de colheita (IC), o número de grãos e de espiguetas vazias por panícula, a massa de 100 grãos e a produtividade de grãos, a qual foi expressa em kg ha^{-1} , após a umidade ser ajustada para 13%. Os dados foram submetidos à análise de variância; os efeitos das doses de N dentro de cada fonte foram analisados por regressão e as médias da produtividade de grãos e das fontes de N comparadas com a recomendação local e a testemunha, pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa entre as fontes de N sobre as características agrônômicas da cultivar BRS Catiana. A MSPalha, a biomassa e o índice de colheita apresentaram aumento linear em razão das doses de N (Tabela 1). Para cada kg de N aplicado houve aumento de 2,4 e 3,7 g m^{-2} de MSFolha e de biomassa, respectivamente. O aumento linear do índice de colheita com a fertilização nitrogenada, indica que o aumento da massa de grãos devido ao incremento da dose de N é devido ao aumento da biomassa.

Tabela 1. Equações de regressão da massa da matéria seca de palha (MSPalha), da biomassa e do índice de colheita (IC) da cultivar BRS Catiana de arroz irrigado em resposta às doses de N e coeficiente de determinação (R^2).

Característica	Equação de regressão	R^2
MSPalha (g m^{-2})	$y = 639,32 + 2,3903x$	0,99**
Biomassa (g m^{-2})	$y = 1420,16 + 3,7153x$	0,93**
IC	$y = 0,55 + 0,0004x$	0,77**

Significativo a 1 de probabilidade.

A produtividade de grãos da cultivar BRS Catiana diferiu com as doses em cada fonte de N (Figura 1). Com a nitromol, a resposta foi linear, havendo aumento de 14 kg de grãos para cada kg de N aplicado. Com as demais fontes, a produtividade de grãos ajustou-se ao modelo quadrático e as produtividades máximas foram estimadas pelas equações de regressão com doses de 81 kg ha^{-1} de N com a ureia comum, 92 kg ha^{-1} de N com a nitro gold ureia + S e 77 kg ha^{-1} de N com a FH nitro mais. Isso mostra que a produtividade de grãos de arroz irrigado se relaciona com as doses de N aplicadas na segunda cobertura.

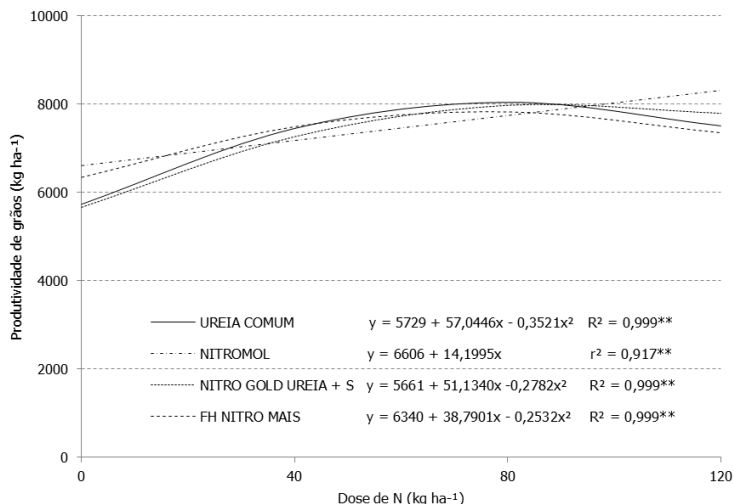


Figura 1. Doses e fontes de N na produtividade da cultivar BRS Catiana de arroz irrigado.

Comparando os efeitos da aplicação de 80 kg ha⁻¹ das fontes de N baseadas no clorofilômetro, sobre a biomassa e na produtividade de grãos de arroz, verifica-se que essas não diferiram entre si (Figura 2). A biomassa apresentada pela testemunha foi inferior à da recomendação local e das fontes de N e a produtividade de grãos foi classificada em três grupos, sendo o primeiro grupo constituído pelas aplicações baseadas no índice de suficiência de nitrogênio, o segundo pela recomendação local e, o menos produtivo, pela testemunha que não recebeu a segunda cobertura de fertilizante nitrogenado.

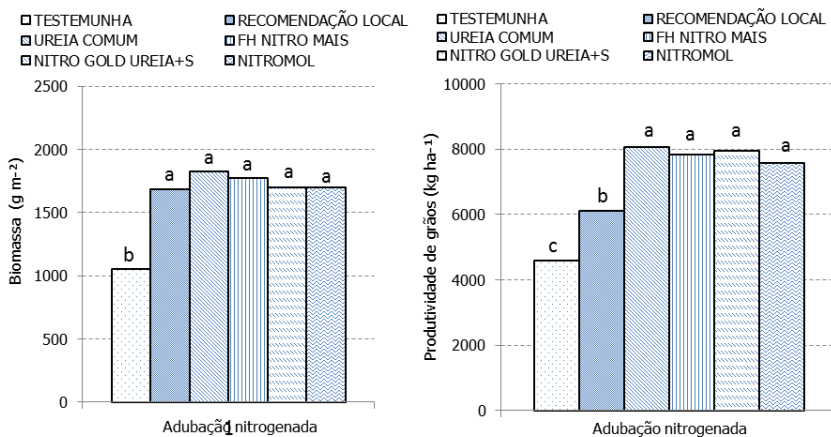


Figura 2. Comparação entre as aplicações de 80 kg ha⁻¹ das fontes de N baseadas no clorofilômetro com a recomendação local e a testemunha na biomassa e na produtividade de grãos da cultivar BRS Catiana de arroz irrigado

CONCLUSÃO

A aplicação de nitrogênio baseada no índice de suficiência de N (ISN< 90%) propicia produtividade de grãos superior à recomendação local

As produtividades máximas de grãos são estimadas com doses que variaram de 77 a 92 kg ha⁻¹ de N de acordo com a fonte de nitrogênio.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fertilizantes Heringer pelo suporte financeiro e pelas bolsas de Iniciação Científica e de Produtividade em Pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K. Fertilização do solo. In: SANTOS, A. B. dos (Ed.).

Árvore do conhecimento: arroz. Brasília, DF, Embrapa, 2013. Disponível em:

<<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore.html>>. Acesso em: 21 mar. 2013.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. **Advances in Agronomy**, v. 88, p. 97-185, 2005.

FAGERIA, N.K.; STONE, L.F.; SANTOS, A.B. dos. **Maximização da eficiência de produção das culturas.** Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de Tecnologia; Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 294p.

FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B.; CUTRIM, V. A. Dry matter and yield of lowland rice as influence by nitrogen fertilization. **Journal of Plant Nutrition**, v. 31, p. 788-795, 2008.

GOLDEN, B.R et al. Evaluation of polymer coated urea for direct seeded, delayed flood rice production. **Soil Science Society of America** v. 73, p. 375-383. 2009.

FORMAS DE APLICAÇÃO E DOSES DE FÓSFORO E EFEITOS NA PRODUTIVIDADE E NO FLORESCIMENTO DE LINHAGENS PARENTAIS NA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE ARROZ HÍBRIDO

Vitor Henrique Vaz Mondo¹; Adriano Stephan Nascente²; Péricles de Carvalho Ferreira Neves²; James Emile Taillebois³; Manoel Oliveira Alves Cardoso Neto⁴

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., técnicas agrônômicas, sincronia de florescimento, graus dia, adubação

INTRODUÇÃO

O arroz é um dos alimentos mais importantes do mundo. Devido à grande demanda um dos principais desafios é o uso de técnicas que proporcionem incrementos significativos na produtividade de grãos. O uso do arroz híbrido pode ser uma alternativa, pois possibilita aumento de produtividade entre 15 e 30% em relação às cultivares convencionais (VIRMANI, 2003). Essa tecnologia já é bem difundida na China e em outros países asiáticos produtores de arroz há mais de 20 anos (KIM et al., 2007). No Brasil, o uso dessa tecnologia é recente e ainda pouco utilizada pelos agricultores, sendo que o primeiro lançamento de um híbrido foi feito em 2003 (RICETEC, 2012).

A planta do arroz é autógama, o que torna essa espécie pouco adaptada à alogamia, tendo baixos índices de polinização cruzada que variam de 0 a 6,8% (BUTANY, 1957). Assim, o grande desafio na produção de sementes híbridas de arroz é proporcionar condições para que a alogamia ocorra naturalmente, tornando o sistema de produção de sementes eficiente e economicamente viável. Para a viabilização da produção de sementes híbridas de arroz, uma série de atividades são necessárias, sendo a principal, a utilização de macho-esterilidade, que pode aumentar as taxas de alogamia de 5,0 a 7,5% sobre condições naturais (KIM et al., 2007), o que é ainda insuficiente para a produção comercial de sementes.

Vários são os estudos que objetivam elevar a taxa de alogamia no arroz. Algumas técnicas para sincronizar o florescimento de parentais e elevar a alogamia na produção de sementes de arroz híbrido, apesar de pouco detalhadas, são relatadas em literatura, como a aplicação de fertilizantes nitrogenados, fosfatados e outros produtos químicos promotores de crescimento (HUANG et al., 1994). O objetivo desse trabalho foi estudar o efeito da adubação com fósforo no solo e foliar na época do florescimento do arroz de terras altas, como técnica potencial para aumentar a sincronia de florescimento entre linhagens parentais na produção de sementes de arroz híbrido e na produtividade de grãos da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na fazenda Capivara, localizada no município de Santo Antônio de Goiás, GO, a 16°28'00" S e 49°17'00" W, e 823 m de altitude, durante as safras de verão de 2012/2013 e 2013/2014. O clima da região é tropical de savana, sendo considerado do tipo Aw segundo a classificação de Köppen. Há duas estações bem definidas, normalmente seco de maio a setembro (outono / inverno) e chuvoso de outubro a abril (primavera / verão). Para a instalação dos experimentos se utilizou área irrigada por pivô-central manejada em Sistema Plantio Direto (SPD) há três anos, sendo cultivada com soja na

¹ Dr., Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, Km 12, Fazenda Capivara, Zona Rural Caixa Postal: 179 CEP: 75375-000

- Santo Antônio de Goiás – GO, vitor.mondo@embrapa.br

² Dr., Embrapa Arroz e Feijão.

³ Dr., CIRAD - Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

⁴ Estagiário, estudante de graduação - Centro Universitário Uni-anhanguera

última safra de verão. O solo é classificado como Latossolo Vermelho ácrico.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados no esquema fatorial $2 \times 4 \times 4$, com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por dois genótipos (L106R e INTA Puitá CL), quatro doses de P_2O_5 (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹) aplicados via solo e quatro doses de P_2O_5 (0, 1,87, 3,75, 7,51 kg ha⁻¹) aplicadas via foliar. A aplicação do fósforo via solo foi realizada no momento da semeadura e a aplicação foliar no momento da diferenciação da panícula (ponto de algodão). As parcelas tinham a dimensão de 1,75 m (5 linhas) x 5 m de comprimento. A área útil da parcela foi composta pelas três linhas centrais de arroz desprezando-se 0,5 m de cada extremidade.

O arroz foi semeado em 1/12/2012. A emergência ocorreu cinco dias após a semeadura. O espaçamento utilizado foi de 0,35 m com 80 sementes viáveis por metro. A adubação de base foi realizada em função da análise de solo da área, sendo que na semeadura utilizou-se 20 kg de N ha⁻¹, complementados por mais 60 kg N em cobertura 20 dias após a emergência da cultura. Os tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações da cultura a fim de manter as parcelas livres de plantas daninhas, insetos-pragas e doenças.

Para avaliação do momento do florescimento, as parcelas foram observadas diariamente e considerou-se a data de florescimento pleno o momento em que 50% das plantas da parcela estivessem com panículas expostas e liberando pólen. As datas foram traduzidas em número de graus-dia (GD), desde a semeadura ao florescimento pleno, considerando a fórmula $GD = \text{Temperatura média diária} - \text{Temperatura basal}$, como padrão para cálculo. A temperatura basal utilizada para a cultura do arroz foi de 10 °C.

A colheita do arroz foi feita após maturação fisiológica, manualmente na área útil de cada parcela. As plantas foram trilhadas e os grãos secos até atingir a umidade de 13%. Avaliou-se também o número de panículas por metro quadrado. Com os dados realizou-se a análise de variância. Nas variáveis qualitativas realizou-se o teste comparativo de médias Tukey para $p < 0,05$ e nas variáveis quantitativas realizou-se análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferenças entre os genótipos quanto ao número de graus-dia para o florescimento e número de panículas m⁻² (Tabela 1). Assim, constatou-se que a cultivar INTA Puitá CL apresentou maior número de graus-dia para atingir a época do florescimento do que a linhagem L106R. Com base nesse resultado, constata-se que o genótipo INTA Puitá CL tem florescimento mais tardio do que a L106R, e em caso de se utilizar esses parentais para a produção de híbridos a semeadura deve ser em dias diferentes para ocorrer sincronismo no período de florescimento.

A linhagem L106R (139) teve menor número de panículas m⁻² do que a cultivar INTA Puitá CL (244), essa característica é intrínsecas dos genótipos e não afetou a produtividade, que foi semelhante entre os dois genótipos (Tabela 1).

A adubação foliar com fósforo, não afetou as características avaliadas. Por outro lado, com relação às doses de P_2O_5 aplicadas ao solo, constatou-se efeito significativo no número de graus-dia para o florescimento (Tabela 1 e Figura 1) Dessa forma, verifica-se que a adubação fosfatada no solo afetou o florescimento dos genótipos utilizados e pode ser utilizada como estratégia para alongar ou reduzir a época de florescimento do arroz. Vários são os estudos que objetivam alterar a época de florescimento do arroz com o intuito de melhorar o sincronismo entre os genótipos parentais para obtenção de híbridos. Corroborando os resultados obtidos no presente experimento, Huang et al. (1994) citaram que existem algumas técnicas para sincronizar o florescimento de parentais e elevar a alopatia na produção de sementes de arroz híbrido, destacando-se a aplicação de fertilizantes fosfatados, como observado em nosso experimento.

A adubação fosfatada aplicada via solo, também afetou a produtividade de grãos do arroz (Tabela 1 e Figura 2). De acordo com Fageria e Barbosa Filho (2007), o incremento das doses

de fósforo aplicadas via solo proporciona aumento na produtividade do arroz. Os autores acrescentam que esses resultados são mais expressivos em solos sob Cerrado, que normalmente apresentam baixos teores desse nutriente.

Tabela 1. Graus-dia, número de panículas e produtividade do arroz de terras altas em função do genótipo, doses de P_2O_5 aplicadas ao solo e foliar. Santo Antônio de Goiás, Safra 2012/13.

Fatores	Graus-dia	Panícula	Produtividade
<u>Genótipos</u>	$^{\circ}C\ dia^{-1}$	n. m^2	$kg\ ha^{-1}$
<i>L106R</i>	1302 b	139 b	1219 a
<i>INTA Puitá CL</i>	1440 a	244 a	1204 a
<u>Doses de P_2O_5 no solo</u>			
0	1351	187	1085
50	1363	193	1161
100	1403	191	1359
150	1365	195	1241
<u>Doses de P_2O_5 via foliar</u>			
0	1375	197	1210
1,87	1368	192	1205
3,75	1372	189	1274
7,51	1367	190	1156
ANOVA (Probabilidade do teste F)			
Genótipos (GEN)	<0,001	<0,001	0,7645
Doses de P_2O_5 solo (PSOL)	0,0279	0,1731	<0,001
Doses de P_2O_5 foliar (PFOL)	0,9670	0,1166	0,3970
GEN x PSOL	0,9847	0,9147	0,8412
GEN x PFOL	0,8746	0,9005	0,7918
PSOL x PFOL	0,9567	0,9651	0,9720
GEN x PSOL x PFOL	0,9935	0,9989	0,9751
CV (%)	0,57	8,15	22,03

*Médias seguidas da mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste Tukey para $p<0,05$.

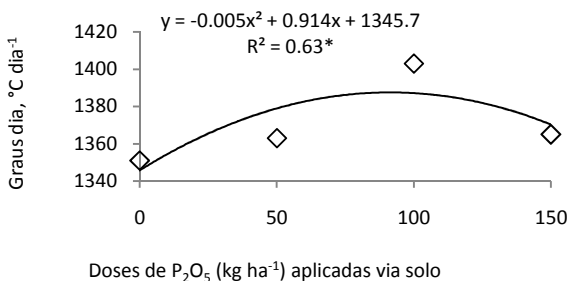


Figura 1. Número de graus dia do arroz em função de doses de P_2O_5 aplicadas via foliar.

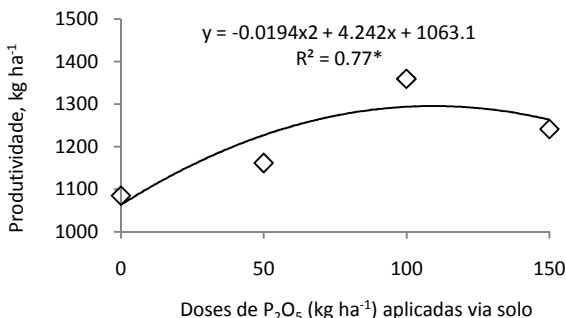


Figura 2. Produtividade de grãos do arroz em função de doses de P₂O₅ aplicadas ao solo.

CONCLUSÃO

1. A aplicação de P₂O₅ via solo afeta o florescimento do arroz dos genótipos L106R e INTA Puitá CL e proporciona incrementos significativos na produtividade da cultura;
2. A aplicação de P₂O₅ via foliar não afeta o florescimento e a produtividade do arroz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUTANY, W.T. Natural crossing in rice. **Rice News Teller**, Nova Deli, v.5, n.3, p.18-21, 1957.
- FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M. P. Dry-matter and grain yield, nutrient uptake, and phosphorus use efficiency of lowland rice as influenced by phosphorus fertilization. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Nova York, v.38, n. 12, p.1289-1297, 2007.
- KIM, S.S. et al. Use of herbicide-resistant genic male sterility in hybrid rice seed production. **Euphytica**, Amsterdam, v.156, p.297-303, 2007.
- VIRMANI, S.S. Advances in hybrid rice research and development in the tropics. Hybrid rice for food security, poverty alleviation, and environmental protection. In: 4th international symposium on hybrid rice, 2003, Los Baños. **Proceedings...** Los Baños: IRRI, 2003.
- RICETEC, 2012. Disponível em: http://www.ricetec.com.br/quemsomos_ricetec_latina.php. Acesso em 22 jun. 2012.
- HUANG, P. et al. Advances in hybrid rice seed. In: VIRMANI, S.S. (Ed.) **Hybrid rice technology**: new developments and future prospects. Los Banos, 1994. p.63-70.

FORMAS E DOSES DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO E EFEITOS NO FLORESCIMENTO DE LINHAGENS PARENTAIS NA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE ARROZ HÍBRIDO

Vitor Henrique Vaz Mondo¹; Adriano Stephan Nascente²; Péricles de Carvalho Ferreira Neves²; James Emile Taillebois³; Manoel Oliveira Alves Cardoso Neto⁴

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., técnicas agrônômicas, sincronia de florescimento, graus dia, adubação

INTRODUÇÃO

Para a cultura do arroz, o segundo cereal mais produzido no mundo e devido à sua importância na alimentação humana, um dos principais desafios tem sido proporcionar incrementos significativos na produtividade de grãos para atender à sua demanda crescente. No Brasil, uma tecnologia que pode propiciar grandes saltos de produtividade em relação aos cultivares tradicionalmente utilizados é o arroz híbrido, os quais têm apresentado incrementos na produtividade entre 15 a 30% em relação a cultivares convencionais (VIRMANI, 2003). Tal tecnologia é bem difundida na China e em outros países asiáticos produtores de arroz, tendo sua utilização conhecida há mais de 20 anos (KIM et al., 2007). Já no Brasil o primeiro lançamento de um material híbrido de arroz foi realizado pela empresa RiceTec, em 2003 (RICETEC, 2012).

O arroz é uma cultura basicamente autógama, o que torna essa espécie pouco adaptada à alogamia, tendo índices de polinização cruzada que variam de 0 a 6,8% (BUTANY, 1957). Assim, o grande desafio na produção de sementes híbridas de arroz é proporcionar condições para que a alogamia ocorra naturalmente, tornando o sistema de produção de sementes eficiente e economicamente viável. Para a viabilização da produção de sementes híbridas de arroz, uma série de atividades são necessárias, sendo a principal, a utilização de macho-esterilidade. Atualmente a técnica de macho-esterilidade mais utilizada é a citoplasmática (CMS), quando é possível se alcançar taxas de alogamia de 5,0 a 7,5% em condições naturais (KIM et al., 2007), o que é ainda insuficiente para a produção comercial de sementes.

Mesmo com o incremento da tecnologia macho-estéril, as taxas de alogamia ainda são muito variáveis e características físicas das plantas, como altura, comprimento e ângulo da folha bandeira, exposição da panícula, entre outras e, até fatores ambientais estão entre os grandes responsáveis por essa variabilidade (VIRMANI, 2003). Assim, uma série de estudos com tentativas de elevar a alogamia em arroz vêm sendo conduzidos mundialmente por mais de 30 anos. Algumas técnicas para sincronizar o florescimento de parentais e elevar a alogamia na produção de sementes de arroz híbrido, apesar de pouco detalhadas, são relatadas em literatura, como a aplicação de fertilizantes nitrogenados, fosfatados e outros produtos químicos promotores de crescimento (HUANG et al., 1994). O objetivo desse trabalho foi estudar o efeito da adubação com nitrogênio no solo e foliar na época do florescimento do arroz de terras altas, como técnica potencial para aumentar a sincronia de florescimento entre linhagens parentais na produção de sementes de arroz híbrido e na produtividade de grãos da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

¹ Dr., Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, Km 12, Fazenda Capivara, Zona Rural Caixa Postal: 179 CEP: 75375-000 - Santo Antônio de Goiás – GO, vitor.mondo@embrapa.br

² Dr., Embrapa Arroz e Feijão.

³ Dr., CIRAD - Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

⁴ Estagiário, estudante de graduação - Centro Universitário Uni-anhanguera

O trabalho foi conduzido na fazenda Capivara, localizada no município de Santo Antônio de Goiás, GO, a 16°28'00" S e 49°17'00" W, e 823 m de altitude, durante a safra de verão de 2012/2013. O clima da região é tropical de savana, sendo considerado do tipo Aw segundo a classificação de Köppen. Há duas estações bem definidas, normalmente seco de maio a setembro (outono / inverno) e chuvoso de outubro a abril (primavera / verão). Para a instalação dos experimentos se utilizou área irrigada por pivô-central manejada no Sistema Plantio Direto (SPD) há três anos, sendo cultivada com soja na última safra de verão. O solo é classificado como Latossolo Vermelho ácrico.

Foram realizados dois experimentos com doses de nitrogênio. O primeiro foi feita a aplicação de N no solo, sendo o delineamento experimental em blocos casualizados no esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por dois genótipos (L106R e INTA Puitá CL) e quatro doses de N (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹). O segundo experimento foi com a aplicação foliar de N, sendo o delineamento experimental em blocos casualizados no esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por dois genótipos (L106R e INTA Puitá CL) e quatro doses de N (0, 1,5, 3,0 e 6,0 kg ha⁻¹). As aplicações do nitrogênio via solo e foliar foram realizadas no momento da diferenciação da panícula (ponto de algodão). As parcelas tinham a dimensão de 1,75 m (5 linhas) x 5 m de comprimento. A área útil da parcela foi composta pelas três linhas centrais de arroz desprezando-se 0,5 m de cada extremidade.

O arroz foi semeado em 1/12/2012. A emergência ocorreu cinco dias após a semeadura. O espaçamento utilizado foi de 0,35 m com 80 sementes viáveis por metro. A adubação de base foi realizada em função da análise de solo da área, sendo que na semeadura utilizou-se 20 kg de N ha⁻¹, complementados por mais 60 kg N em cobertura 20 dias após a emergência da cultura. Os tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações da cultura a fim de manter as parcelas livres de plantas daninhas, insetos-pragas e doenças.

Para avaliação do momento do florescimento, as parcelas foram observadas diariamente e considerou-se a data de florescimento pleno o momento em que 50% das plantas da parcela estivessem com panículas expostas e liberando pólen. As datas foram traduzidas em número de graus-dia (GD), desde a semeadura ao florescimento pleno, considerando a fórmula GD = Temperatura média diária – Temperatura basal, como padrão para cálculo. A temperatura basal utilizada para a cultura do arroz foi de 10 °C.

A colheita do arroz foi feita após maturação fisiológica, manualmente na área útil de cada parcela. As plantas foram trilhadas e os grãos secos até atingir a umidade de 13%. Avaliou-se também o número de panículas por metro quadrado. Com os dados realizou-se a análise de variância e, em caso de significância, as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey $p < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro experimento, houve diferenças entre os genótipos quanto ao número de graus-dia, número de panículas e produtividade (Tabela 1). Assim, observa-se que a cultivar INTA Puitá CL apresentou maior número de graus-dia do que a linhagem L106R, com isso constata-se que INTA Puitá CL tem florescimento mais tardio do que a L106R. A linhagem L106R teve menor número de panículas m⁻², mas apresentou maior produtividade do que a cultivar INTA Puitá CL. Com relação às doses de N aplicadas no solo, constatou-se ausência de efeito no número de graus-dia e efeitos significativos no número de panículas m⁻² e produtividade de grãos (Figura 1). De acordo com Fageria (2014), a adubação nitrogenada no arroz está diretamente relacionada com o aumento da produtividade da cultura.

No segundo experimento constatou-se diferenças entre os genótipos, número de panículas e produtividade (Tabela 2). O genótipo INTA Puitá CL teve o início do florescimento mais tardiamente do que a linhagem L106R. INTA Puitá CL teve menor número de panículas m⁻² e foi menos produtiva do que a linhagem L106R. As doses de N aplicadas via foliar

afetaram significativamente a época de florescimento do arroz (Figura 2). Assim, constatou-se que a dose de 3,7 kg ha⁻¹ de N proporcionou o florescimento mais tardio. Com isso verifica-se que a adubação foliar com N pode ser utilizada como estratégia para alongar ou reduzir a época de florescimento do arroz.

Tabela 1. Graus-dia, número de panículas e produtividade do arroz de terras altas em função do genótipo e doses de N aplicada ao solo. Santo Antônio de Goiás, Safra 2012/13.

Fatores	Graus-dia	Panícula	Produtividade
<u>Genótipos</u>	°C dia ⁻¹	n. m ²	kg ha ⁻¹
<i>L106R</i>	1432 b	135 b	1726 a
<i>Puitá CL</i>	1458 a	240 a	686 b
<u>Doses de N no solo</u>			
0	1444	183	1099
30	1444	183	1174
60	1444	186	1269
90	1446	198	1284
ANOVA (Probabilidade do teste F)			
Genótipos (GEN)	<0,001	<0,001	<0,001
Doses de N (N)	0,8204	0,0455	0,0432
GEN x N	0,2547	0,2810	0,5789
CV (%)	0,39	6,86	15,90

*Médias seguidas da mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste Tukey para p<0,05.

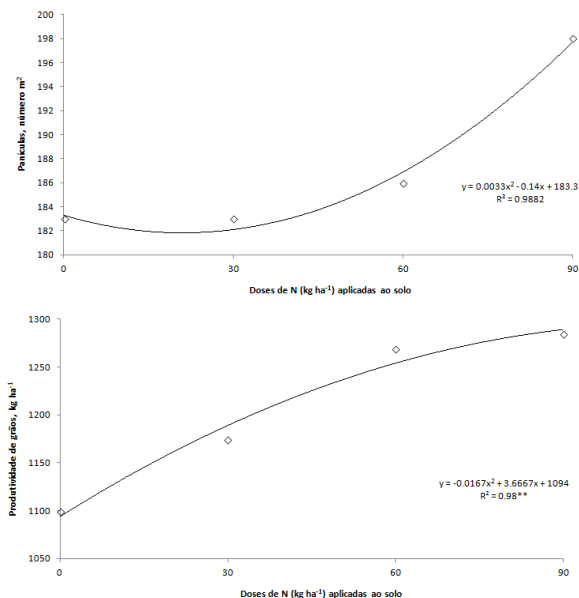


Figura 1. Número de panículas por m² e produtividade de grãos do arroz em função de doses de N aplicadas ao solo.

Tabela 2. Graus-dia e produtividade do arroz de terras altas em função do genótipo e doses de N aplicada via foliar. Santo Antônio de Goiás, Safras 2012/13 e 2013/14.

Fatores	Graus-dia	Panícula	Produtividade
<u>Genótipos</u>	°C dia ⁻¹	n. m ²	kg ha ⁻¹
<i>L106R</i>	1436 b	235 a	1614 a
<i>Puitá CL</i>	1463 a	131 b	798 b
<u>Doses de N foliar</u>			
0	1444	183	1099
1,5	1452	182	1222
3,0	1452	184	1229
6,0	1447	173	1369
ANOVA (Probabilidade do teste F)			
Genótipos (GEN)	<0,001	<0,001	<0,001
Doses de N (N)	0,0493	0,9969	0,7732
GEN x N	0,1316	0,8794	0,1978
CV (%)	0,37	8,54	21,09

*Médias seguidas da mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste Tukey para $p < 0,05$.

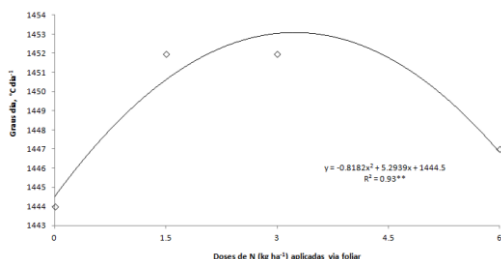


Figura 2. Número de graus-dia do arroz em função de doses de N aplicadas via foliar.

CONCLUSÃO

1. A aplicação de N via solo não afeta o florescimento do arroz e proporciona incrementos significativos na produtividade da cultura;
2. A aplicação de N via foliar afeta o florescimento do arroz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUTANY, W.T. Natural crossing in rice. **Rice News Teller**, Nova Deli, v.5, n.3, p.18-21, 1957.
- FAGERIA, N.K. **Nitrogen management in crop production**. CRC Press: Boca Raton, 2014.
- KIM, S.S. et al. Use of herbicide-resistant genic male sterility in hybrid rice seed production. **Euphytica**, Amsterdam, v.156, p.297-303, 2007.
- VIRMANI, S.S. Advances in hybrid rice research and development in the tropics. Hybrid rice for food security, poverty alleviation, and environmental protection. In: 4th international symposium on hybrid rice, 2003, Los Baños. **Proceedings...** Los Baños: IRRI, 2003.
- RICETEC, 2012. Disponível em: http://www.ricetec.com.br/quemsomos_ricetec_latina.php. Acesso em 22 jun. 2012.
- HUANG, P. et al. Advances in hybrid rice seed. In: VIRMANI, S.S. (Ed.) **Hybrid rice technology: new developments and future prospects**. Los Banos, 1994. p.63-70.

INCUBAÇÃO ANAERÓBICA PARA ESTIMATIVA DA DISPONIBILIDADE DE N EM SOLOS APTOS AO CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO NO RS

Leandro Souza da Silva¹; Gerson Laerson Drescher²; Natalia Tobin Aita³; Laila Garcia Marques³; Alexssandro de Freitas de Morais³; Rafael Lago Busanello³

Palavras-chave: mineralização, nitrogênio, solos de várzea.

INTRODUÇÃO

O teor de matéria orgânica do solo (MOS) é a base para as indicações de manejo da adubação nitrogenada nos estados do RS e de SC (CQFS-RS/SC, 2004), pelo fato de grande parte do N (cerca de 95%) estar no solo na forma orgânica. No entanto, para uma mesma expectativa de produtividade de arroz, as doses de N a serem adicionadas ao solo são muito próximas para as diferentes faixas de interpretação de MOS. Este fato pode ser explicado, em parte, pela variação da produtividade de arroz tanto em solos com baixos como com altos teores de MOS, prejudicando a predição da recomendação de adubação nitrogenada (SCIVITTARO & MACHADO, 2004). Além disso, a produtividade e a resposta do arroz irrigado à adubação nitrogenada são muito dependentes do clima, principalmente com relação à temperatura e à radiação solar, o que pode superestimar ou subestimar a resposta da cultura ao nutriente.

Diante da problemática da falta de correlação entre o teor de MOS e a produtividade do arroz irrigado, estudos foram conduzidos visando desenvolver métodos e parâmetros de solo mais eficientes em estimar a disponibilidade de N. Entre esses estudos, métodos de incubação de solo para a estimativa da mineralização de N podem ser realizados. O método original de incubação aeróbica de 30 semanas foi desenvolvido por STANFORD & SMITH (1972) e possui boa correlação com o N mineralizado em campo (CURTIN & McCALLUM, 2004); entretanto, é pouco prático em função do tempo necessário para obtenção dos resultados e não foi destinado para avaliar solos que sofrem alagamento. Outros métodos foram desenvolvidos em condições anaeróbicas e com redução no tempo de incubação, mas com diferentes valores de correlação com o N absorvido pelas plantas em função do grupo de solos utilizados.

Neste sentido, esse trabalho objetiva verificar a correlação entre o N disponível com a incubação anaeróbica em laboratório e a quantidade de N absorvida por plantas de arroz irrigado em solos de várzea do RS.

MATERIAL E MÉTODOS

Os solos utilizados foram coletados em áreas representativas de cultivo de arroz irrigado no estado do RS, apresentando amplitude em características químicas, físicas e mineralógicas, fatores que influenciam a taxa de mineralização de N. As coletas abrangeram todas as regiões produtoras de arroz irrigado do estado de RS: Fronteira Oeste (seis amostras), Campanha (oito amostras), Depressão Central (12 amostras), Planície Costeira Interna (uma amostra), Planície Costeira Externa (duas amostras) e Zona Sul (três amostras), totalizando 32 amostras de solos em 17 municípios, sendo estes solos pertencentes a seis diferentes ordens: Chernossolo, Gleissolo, Planossolo, Plintossolo, Neossolo e Vertissolo.

¹ Doutor, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima 1000, Camobi, CEP 97105-900 - Santa Maria - RS, leandrosoles@ufsm.br

² Doutorando, Universidade Federal de Santa Maria.

³ Graduando, Universidade Federal de Santa Maria.

Para estimar o potencial de mineralização de N dos solos, foi realizado um experimento de incubação anaeróbica. 5 g de solo foram acondicionados em tubos de vidro com capacidade de 35 mL, sendo posteriormente adicionados 12,5 mL de água destilada, conforme metodologia proposta por BUNDY & MEISINGER (1994). Posteriormente, os tubos de vidro foram cobertos por filme plástico para evitar trocas gasosas com o ambiente externo, acondicionados em séries e armazenados em incubadora do tipo DBO a 40 °C. Os diferentes solos foram incubados com quatro repetições, sendo que cada tubo de vidro constituiu uma unidade experimental. O teor de N mineral (N-NH_4^+ + N-NO_3^-) obtido pela análise prévia dos solos após extração com KCl 2 mol L⁻¹ foi considerado como tempo zero (antes da incubação). As demais avaliações do teor de N foram realizadas a cada sete dias durante quatro semanas, e posteriormente aos 42 e 77 dias após o início da incubação. Para a determinação do N mineral, a amostra (solo + água) contida nos tubos de vidro foi colocada em um frasco snap-cap, onde foi adicionado 12,5 mL de KCl 4 mol L⁻¹, agitando-se a amostra por 1 hora em agitador horizontal. Após, os frascos foram deixados para decantar durante 30 minutos, quando foi retirada uma alíquota de 10 mL, a qual foi filtrada à 2 µm para posterior determinação do teor de N mineral no aparelho Skalar SAN⁺⁺.

Para quantificar o N disponível às plantas de arroz, um experimento foi conduzido na casa de vegetação do Departamento de Solos da UFSM, onde foram montados vasos com capacidade de 3L, utilizando-se 3 kg dos mesmos solos utilizados na incubação anaeróbica. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento. Inicialmente, sementes de arroz irrigado da cultivar Puitá Inta CL foram colocadas para germinar. Posteriormente, foi realizado o transplante de 10 plântulas em cada vaso. Após o estabelecimento das mesmas, foram mantidas apenas sete plantas por vaso, selecionando-se as mais desenvolvidas. Dois dias após o transplante, foi aplicada uma lâmina de água de aproximadamente 1 cm, simulando o sistema pré-germinado, de modo que a mineralização da MOS ocorresse anaerobicamente como no experimento de incubação. Após o desenvolvimento das plantas, aumentou-se a lâmina de água para 6 cm. Aos 45 dias de cultivo, a parte aérea das plantas foi coletada e seca em estufa a 65 °C até massa constante. Posteriormente realizou-se a pesagem do material seco para determinação da produção de matéria seca por vaso. A parte aérea das plantas secas foi moída para determinação do teor de N total no tecido em autoanalisador elementar (modelo FlashEA 1112, Thermo Finnigan, Milan, Itália). O N acumulado pelas plantas foi obtido a partir do teor de N no tecido das plantas e a produção de matéria seca de cada um dos tratamentos.

O teor de N disponível após a incubação anaeróbica em cada período de avaliação foi correlacionado com o conteúdo de N acumulado pela parte aérea das plantas de arroz por meio do coeficiente de correlação (r) linear de Pearson (P<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de N mineral acumulado em quatro semanas (28 dias) de incubação anaeróbica apresentou a maior associação ($r=0,89$) com o teor de N acumulado na parte aérea das plantas de arroz irrigado (Tabela 1), demonstrando que este pode ser um bom indicativo da disponibilidade de N às plantas. Entretanto, a partir da primeira semana de incubação as associações já são elevadas. Cabe salientar também que a escala dos valores observados destas duas variáveis não são exatamente iguais, ou seja, um determinado solo teve valor maior de N mineral disponível aos 28 dias do que a quantidade de N acumulado no tecido da parte aérea considerando uma mesma massa de solo. Essa diferença observada pode ser atribuída ao fato que, nas condições de cultivo a campo ou mesmo em casa de vegetação, a mineralização do N apresenta um padrão diferenciado com relação ao obtido na incubação em laboratório. A presença de plantas pode alterar as condições de aeração da rizosfera, que por sua vez afeta a atividade microbiana, resultando em efeito direto sobre a mineralização e disponibilidade do N. O aporte de material orgânico, via exsudação ou senescência de raízes das plantas de arroz, também pode

proporcionar um aumento da biomassa microbiana que, ao degradar a MOS e os compostos orgânicos liberados pelas raízes, pode utilizar tanto o N orgânico presente no resíduo como o N mineral presente no solo para manter a relação C:N de equilíbrio (AOYAMA & NOZAWA, 1993), diminuindo sua disponibilidade às plantas. Outro fator associado nesta diferença é que, no presente estudo, não foi contabilizada a massa radicular das plantas, que provavelmente assimilou e acumulou quantia considerável de N, devido ao grande volume de raízes produzido pela cultura do arroz. Além disso, pode ter ocorrido perda de N-NO_3^- devido ao processo de desnitrificação após o alagamento do solo, onde o NO_3^- é reduzido pelos microrganismos anaeróbios após o consumo do O_2 pelos aeróbios, passando a N_2O e N_2 voláteis, os quais são perdidos para a atmosfera, desaparecendo do solo com poucos dias de alagamento. Assim, reduz o teor de N disponível às plantas, influenciando no menor acúmulo de N em relação ao mineralizado no experimento de incubação.

Tabela 1. N acumulado na parte aérea (NacPA) das plantas de arroz, N mineral ($\text{N-NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$) ao longo de 77 dias de incubação anaeróbica e a correlação linear de Pearson (r) entre essas variáveis.

Solo	NacPA	Dias de incubação						
		0	7	14	21	28	42	77
		mg N kg ⁻¹ de solo						
1	29,2	20,4	55,7	55,7	83,0	98,5	96,1	100,9
2	21,3	50,6	45,7	45,0	66,9	85,4	83,9	99,1
3	24,8	28,0	46,6	40,3	70,0	89,0	82,1	104,4
4	28,5	20,8	61,8	59,2	88,2	103,9	96,2	107,0
5	32,1	26,3	49,2	57,4	68,7	93,0	97,8	105,2
6	22,7	18,2	20,9	27,7	56,7	63,1	73,3	85,2
7	25,7	23,7	42,8	44,4	70,1	88,3	87,2	96,5
8	23,7	11,2	52,9	41,3	71,0	88,0	83,2	95,4
9	75,7	33,0	75,8	72,0	105,2	122,9	131,7	136,3
10	43,6	22,5	58,8	71,9	91,2	105,3	100,1	110,0
11	67,2	29,7	72,9	83,1	106,7	120,9	109,4	125,0
12	40,6	21,6	64,3	75,5	97,1	111,3	106,0	117,9
13	40,6	22,0	71,4	73,1	94,4	112,4	104,6	113,7
14	36,9	29,2	38,6	65,4	90,3	107,4	100,4	123,9
15	27,7	21,7	64,0	65,4	80,6	99,7	96,2	116,9
16	50,7	25,1	76,3	78,8	102,9	119,3	107,4	114,9
17	67,4	42,0	83,1	83,9	112,8	132,5	121,5	139,2
18	70,8	31,3	85,4	85,4	114,5	128,2	117,9	130,5
19	58,6	20,8	74,3	76,5	101,8	119,4	109,0	134,6
20	19,3	18,9	32,5	34,9	58,6	77,7	83,7	84,2
21	40,7	24,5	70,2	78,7	103,1	116,3	111,4	128,0
22	28,9	27,5	42,5	54,8	83,5	77,3	64,3	66,9
23	41,1	28,0	66,8	76,2	107,0	121,3	111,9	130,5
24	44,8	23,8	79,5	75,8	109,9	122,2	112,6	121,2
25	93,6	39,0	97,9	99,8	124,5	140,7	124,5	144,6
26	61,4	34,7	61,4	52,8	85,7	108,2	100,5	123,9
27	63,7	26,4	72,6	74,7	107,4	123,9	117,3	144,5
28	139,1	43,9	110,3	126,7	140,9	166,6	138,0	173,1
29	29,7	29,6	35,6	50,3	75,8	100,4	101,2	119,5
30	65,7	23,8	83,3	90,5	117,5	138,3	127,1	144,0
31	91,6	35,5	96,3	97,8	130,7	150,5	130,8	152,8
32	63,1	43,1	81,4	81,8	121,8	137,9	119,6	144,9
r	-	0,55	0,86	0,88	0,87	0,89	0,84	0,86

A diferença de temperatura entre os dois ambientes também é um fator que deve ser considerado, pois atua sobre a velocidade metabólica dos microrganismos, podendo acelerar ou retardar a atividade microbiana, com reflexos na decomposição da MOS e na

mineralização do N. INUBUSHI et al. (1985) observaram que a mineralização do N da fração lábil, que acontece no período inicial de incubação, é dependente da temperatura, sendo seguida de uma mineralização da fração lenta ou recalcitrante, a qual não é dependente da temperatura. Neste sentido, a temperatura utilizada neste trabalho foi de 40°C, conforme proposto por BUNDY & MEISINGER (1994), que favorece a mineralização de N em experimento de incubação anaeróbica de curta duração. Já LI et al. (2003) estudando a mineralização do N em solos chineses sob condições de alagamento, evidenciaram que houve aumento da mineralização de 4,0 a 7,7% do N total do solo para 6,3 a 9,4% quando a temperatura passou de 25°C para 35°C, ocorrendo diferenças expressivas no teor de N mineralizado acumulado entre os solos e as diferentes temperaturas após 120 dias de incubação anaeróbica. Deste modo, considera-se que no experimento de incubação foram fornecidas as condições ambientais que potencializam as taxas de mineralização, como temperatura controlada e elevada, o que não acontece no experimento de casa de vegetação, onde ocorrem oscilações entre as temperaturas diurnas e noturnas, mesmo sendo o experimento conduzido durante os meses de outubro, novembro e dezembro, quando as temperaturas foram elevadas.

CONCLUSÃO

A incubação anaeróbica em laboratório por 28 dias proporciona uma elevada estimativa da disponibilidade de N em solos aptos ao cultivo de arroz irrigado do RS, mas as quantidades disponíveis no período são superestimadas em relação às quantidades absorvidas pelas plantas de arroz.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio concedido pela FAPERGS, CNPq, CAPES e IPNI-Brasil com auxílio financeiro e bolsas de Iniciação Científica, de Mestrado, e de Produtividade em Pesquisa aos autores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOYAMA, M.; NAZAWA, T. Microbial biomass nitrogen and mineralization-immobilization processes of nitrogen in soils incubated with various organic materials. **Soil Science and Plant Nutrition**. Tokyo, v. 39, n.1, p. 23-32, 1993.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: NRS/SBCS, 2004. 400 p.
- CURTIN, D.; McCALLUM, F.M. Biological and chemical assays to estimate nitrogen supplying power of soils with contrasting management histories. **Australian Journal of Soil Research**. Collingwood, v. 42, p. 737-747, 2004.
- INUBUSHI, K.; WADA, H.; TAKAI, Y. Easily decomposable organic matter in paddy soil. VI. Kinetics of nitrogen mineralization in submerged soils. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v.4, p. 563-572, 1985.
- LI, H.; HAN, Y.; CAI, Z. Nitrogen mineralization in paddy soils of the Taihu Region of China under anaerobic conditions: dynamic and model fitting. **Geoderma**. Amsterdam, v.115, n. 3, p.161-175, 2003.
- SCIVITTARO, W.B.; MACHADO, M.O. Adubação e calagem para a cultura do arroz irrigado. In: GOMES, A. da S., MAGALHÃES JUNIOR, A. M. de (Org). **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Pelotas – RS: Sistemas de Produção 03, 2004.

ÍNDICE DE CLOROFILA E DE BALANÇO DE NITROGÊNIO EM ARROZ BRS BOJURU COM A APLICAÇÃO DE EXTRATO DE CENOURA E CLORETO DE SÓDIO

Lariza Benedetti¹; Cristina Copstein Cuchiaro²; Ítalo Lucas de Moraes¹; Gabriele Espinel Ávila¹; Cristiane Deuner³; Diogo da Silva Moura¹; Marcelo Peres⁴; Sidnei Deuner⁵

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., *Daucus carota* L., salinidade, alterações fisiológicas.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é o segundo cereal mais cultivado no mundo, ocupando uma área de aproximadamente 158 milhões de hectares. É considerado um dos cereais mais importantes no mundo, pois praticamente um terço da fonte total de carboidratos vem deste grão, tornando-se o alimento de mais de três bilhões de pessoas, sendo responsável por 50 a 80% da ingestão diária de calorias (AREF e RAD, 2012).

A segurança alimentar mundial é ameaçada pelas mudanças climáticas, constituindo um dos desafios mais importantes do século 21 para o fornecimento de alimentos suficientes para a crescente população (KANG et al., 2009).

Um problema que ameaça a produção de alimentos básicos em inúmeros locais do mundo é a salinidade, principalmente em regiões semi-áridas e áridas onde a água de irrigação é frequentemente salina (TAIZ e ZEIGER, 2013). De acordo com Kosová (2013), os solos irrigados contribuem com cerca de um terço da produção mundial de alimentos, sendo que grande parte da área total de terras irrigadas podem ser adversamente afetadas pela salinização.

No estado do Rio Grande do Sul, o sistema de cultivo do arroz é basicamente irrigado, e a fonte de água para a irrigação mais utilizada sofre a influência do Oceano que em épocas de baixa pluviosidade acarreta no aumento da salinidade das lagoas. No entanto, a própria gênese dos solos, originários de sedimentos costeiros, também favorece a presença de altos níveis de sódio na lavoura (CARMONA, 2011).

Os sais se dissolvem na água de irrigação na forma de íons, sendo os mais comuns o cloreto de sódio (NaCl), sulfato de cálcio (CaSO₄), sulfato de magnésio (MgSO₄) e o bicarbonato de sódio (NaHCO₃) (GRATTAN et al., 2002). Elevadas concentrações de sais podem conduzir a penetração de íons, como Na⁺ e o Cl⁻, atuando isoladamente ou combinados, afetando o estado nutricional das plantas e causando desnaturação de proteínas e desestabilização de membranas (MELLO et al., 1983; TAIZ e ZEIGER, 2013).

Segundo Rhoades et al. (2000), os distúrbios fisiológicos da salinização sobre as plantas podem ser causados pela dificuldade de absorção de água, toxicidade de íons específicos e pela interferência dos sais nos processos fisiológicos (efeitos indiretos) reduzindo o crescimento e o desenvolvimento das plantas, implicando na perda de produtividade e de qualidade ou perda total da produção, em alguns casos, podendo ocasionar a morte da planta.

Desta forma, um dos principais desafios é a identificação dos possíveis mecanismos que elevam o grau de tolerância ao estresse salino, seja através da evolução da espécie ou do melhoramento genético, pois as plantas percebem o estresse, acionam mecanismos de resposta, levando a mudanças fisiológicas e bioquímicas.

¹ Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, Departamento de Botânica/DB, Instituto de Biologia/IB, Universidade Federal de Pelotas/UFPel, Caixa Postal 354, CEP 96010 – 900, Capão do Leão, RS, Brasil, Fone: (53) 3275-7640/Fax: (53) 3275-7169, larizabenedetti13@hotmail.com

² Doutora em Fisiologia Vegetal, DB, IB, UFPel.

³ Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, UFPel.

⁴ Graduando em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/FAEM, UFPel.

⁵ Professor Adjunto, DB, IB, UFPel.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito do uso de extrato aquoso de raízes de cenoura (*Daucus carota* L.) como substrato para a germinação e quantificar o índice de clorofila e de balanço de nitrogênio em plantas de arroz cv. BRS Bojuru, em resposta a posterior presença de solução salina.

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de arroz, cv. BRS Bojuru (subespécie japônica, tolerante a salinidade), foram desinfestadas em hipoclorito de sódio 1% por 10 minutos e após, lavadas por seis vezes com água destilada. Posteriormente, as mesmas foram distribuídas em rolos de papel "germitest" umedecidos com quantidade de solução nos tratamentos (controle-água, 10% e 20% de extrato de cenoura) em volume equivalente a 2,5 vezes o seu peso, onde permaneceram por 10 dias em BOD a 25 °C e 12 horas de fotoperíodo.

O extrato de cenoura foi obtido através da limpeza de suas raízes, seguidamente trituradas em centrífuga (modelo Mondial *premium*), utilizada para o processamento de suco de frutas, e seu extrato filtrado em papel filtro. Para atingir as concentrações estabelecidas, o extrato aquoso resultante foi diluído em água destilada.

Após o período em BOD, as plantas foram transferidas para vasos plásticos (8 litros), 10 por vaso, contendo solo e areia como substrato (proporção 2:1), permanecendo em aclimatização por duas semanas em casa de vegetação. Em seguida, os vasos contendo as plantas receberam lâmina de água, na presença ou ausência de salinidade, na forma de cloreto de sódio (NaCl), sendo submetidos os seguintes tratamentos: T1- Controle (água); T2- Solução salina (25 mM de NaCl); T3- Solução salina (75 mM de NaCl); T4- Solução salina (150 mM de NaCl); T5- Extrato de cenoura a 10%; T6- Extrato de cenoura a 10% + 25 mM de NaCl; T7- Extrato de cenoura a 10% + 75 mM de NaCl; T8- Extrato de cenoura a 10% + 150 mM de NaCl; T9- Extrato de cenoura a 20%; T10- Extrato de cenoura a 20% + 25 mM de NaCl; T11- Extrato de cenoura a 20% + 75 mM de NaCl e T12- Extrato de cenoura a 20% + 150 mM de NaCl. Para os tratamentos T2, T3 e T4, as plantas inicialmente germinadas em BOD em substrato com água foram submetidas à salinidade na água de irrigação em casa de vegetação. Para os tratamentos T5 e T9, após germinação em solução de extrato de cenoura nas respectivas concentrações foram cultivadas em casa de vegetação na ausência de salinidade e, os tratamentos T6, T7, T8, T10, T11 e T12, também germinados nas respectivas concentrações de extrato, foram cultivadas em casa de vegetação sob diferentes concentrações salinas na água de irrigação.

O índice de clorofila e de balanço de nitrogênio (NBI) foram avaliados aos sete, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA) da solução salina, com auxílio do clorofilômetro (modelo Dualex FORCE-A, Orsay, France), a partir da média das leituras realizadas em três plantas por vaso (seis por tratamento) da quarta folha completamente expandida.

O trabalho foi conduzido em blocos inteiramente casualizados constituído de 12 tratamentos e duas repetições. Os resultados foram submetidos à análise da variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos, foi possível observar que não houve diferença significativa entre os tratamentos para a variável índice de clorofila nas três épocas de avaliação ($p < 0,05$).

Segundo Embrapa Clima Temperado (2005), esta cultivar possui tolerância às condições salinas do ambiente e conforme descrito por Lima et al. (2004), a presença de sal não altera a síntese de clorofila nas cultivares tolerantes de arroz.

O índice de balanço de nitrogênio (NBI) não apresentou diferença significativa aos sete dias após a aplicação da solução salina. Aos 14 DAA, houve diferença significativa somente entre os tratamentos T2 (Solução salina 25 mM de NaCl) e T12 (Extrato de cenoura a 20% + 150 mM de NaCl), com um NBI de aproximadamente 44% superior para o T12. A resposta positiva do extrato de cenoura pode ser justificada pelo fato destas

raízes possuírem em grande quantidade o pigmento carotenóide antioxidante chamado β -caroteno, conforme descrito por Britton (1992). Aliado a isso, Amirjani (2010) também observou aumento na concentração de nitrogênio por unidade de área foliar em plantas de arroz sob condições de estresse salino.

O mesmo parâmetro, aos 21 DAA, mostrou valores significativamente inferiores para os tratamentos T1 (Controle-água) e T6 (Extrato de cenoura a 10%), e superiores para T4 (Solução salina 150 mM de NaCl), apresentando incremento de aproximadamente 40% em relação ao controle, corroborando com Verbruggen e Hermans (2008) onde o acúmulo de nitrogênio desempenha funções adaptativas de tolerância ao estresse.

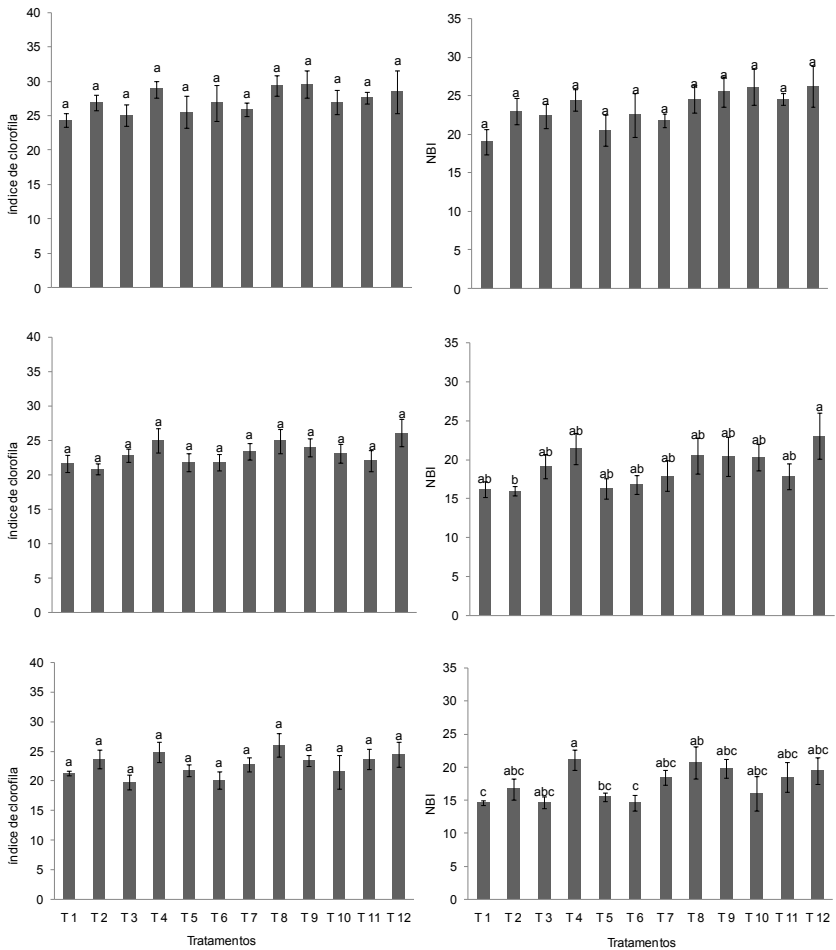


Figura 1. Índice de clorofila (coluna da esquerda) e de balanço de nitrogênio (coluna da direita) avaliado aos sete, 14 e 21 dias após aplicação de solução salina em arroz, cv. BRS Bojuru, germinado em BOD na presença e ausência de extrato de cenoura.

CONCLUSÃO

A presença do sal não afetou o índice de clorofila nesta cultivar considerada tolerante ao estresse salino.

A combinação de 20% do extrato de cenoura mais 150 mM de NaCl aumentou significativamente o índice de balanço de nitrogênio, aos 14 DAA.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMIRJANI, M. R.; Effect of NaCl on some physiological parameters of rice. *EJBS*, 2010.
- AREF, F.; RAD, H. E. Physiological characterization of rice under salinity stress during vegetative and reproductive stages. *Indian Journal of Science and Technology*. vol. 5, p. 2578 - 2586, n. 4, 2012.
- BRITTON, G. Carotenoids. In: *Natural foods colorants*, Hendry, G.F., Blackie, New York, p.141-148, 1992.
- CARMONA, Felipe de Campos. **Salinidade da água e do solo e sua influência sobre o arroz irrigado**. Tese apresentada como um dos requisitos à obtenção do grau de Doutor em Ciência do Solo. Porto Alegre, Brasil. 2011. 132p.
- EMBRAPA – Embrapa Clima Temperado; *Sistemas de Produção*, 3. ISSN 1806-9207. Versão Eletrônica Nov./2005. Disponível em: < <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrigadoBrasil/cap05.htm>>. Acesso em: 14 jun.2015.
- GRATTAN, Stephen R. **Irrigation water salinity and crop production**. University of California, Davis, 2008. Disponível em: < <http://anrcatalog.ucdavis.edu/>>. Acesso em: 13 jun. 2015.
- HOPKINS, William G. & Hüner, Norman, P. A. **Introduction to plant physiology**, New York: John Wiley & Sons, 1999. 512 p.
- KANG, Y.; KHANB, S.; MA, X. Climate change impacts on crop yield, crop water productivity and food security. **Progress in Natural Science**. v. 19 12, p. 1665–1674, 2009.
- KOSOVÁ, K.; PRÁŠIL I. T.; VÍTÁMVÁS, P. Protein Contribution to Plant Salinity Response and Tolerance Acquisition. *Int. J. Mol. Sci.*, p. 6757-6789, 2013.
- LIMA, M. G. S.; LOPES, N. F.; BACARIN, M. A.; MENDES, C. R. Efeito do estresse salino sobre a concentração de pigmentos e prolina em folhas de arroz. *Bragantia*, Campinas, v. 63, n. 3, p. 335-340, 2004.
- MELLO, F. A. F.; SOBRINHO, M. O. C. B.; ARZOLLA, S. **Fertilidade do solo**. Piracicaba: Nobel, 1983. 400p.
- RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117 p. Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 48.
- TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. *Respostas e Adaptações ao Estresse Abiótico. Fisiologia vegetal*. 5.ed. Porto Alegre: Artimed, 2013. p.763 - 780.
- VERBRUGGEN, N. and HERMANS, C. 2008.Proline accumulation in plants: a review. *Amino Acids*.35: 753-759.

INFLUÊNCIA DE MANEJOS DO SOLO EM ROTAÇÃO MILHO-SOJA EM ÁREA DE ARROZ IRRIGADO

Marília Ferreira da Silva¹; Enio Marchesan²; Ricardo de David³; Vinicius Severo Trivisoli³; Guilherme Haetinger³; Bruno Aramburu³; Anelise Lencina da Silva³

Palavras-chave: *Glycine max* L., rotação de culturas, drenagem, mobilização de solo.

INTRODUÇÃO

Dentre as culturas anuais do Brasil, o arroz irrigado ocupa posição de destaque tanto sob o ponto de vista econômico quanto social. No entanto, o monocultivo do arroz pode ocasionar redução no rendimento de grãos devido à pressão de plantas daninhas resistentes, com destaque para o arroz-vermelho. Com o intuito de manter ou até mesmo elevar o potencial produtivo nessas áreas, a rotação com soja vem crescendo em áreas de arroz irrigado e o cultivo do milho também passa a ser proposto neste ambiente.

A rotação ou sucessão de culturas possibilita a utilização de herbicidas com diferentes mecanismos de ação, viabilizando o controle de plantas daninhas resistentes. As principais dificuldades para o desenvolvimento de culturas ditas de sequeiro em áreas de arroz referem-se à drenagem natural deficiente desses solos ocasionada pela topografia predominantemente plana, aliada às suas características físicas de adensamento, alta relação micro/macroporosidade e reduzida condutividade hidráulica (Gomes et al., 2002). Os manejos de preparos do solo são realizados com umidade elevada, favorecendo a compactação, a qual restringe o crescimento radicular em profundidade e reduz a capacidade de absorção de água e de nutrientes pelas plantas.

Dentre as práticas de manejo, o preparo do solo pode promover alterações químicas, físicas e biológicas (FALLEIRO et al., 2003), que viabilizem o desenvolvimento de diferentes culturas. A sucessão com soja ou milho possibilita o aproveitamento do preparo utilizado no ano anterior, viabilizando a manutenção da cobertura do solo e a semeadura sobre restos culturais. O objetivo do trabalho foi avaliar as características físicas do solo, no cultivo da soja, em função de manejos do solo realizados na safra anterior onde foi cultivado milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra agrícola de 2014/15, na área didático experimental de várzea da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. O solo é classificado como Planossolo Háplico eutrófico arênico pertencente à unidade de mapeamento Vacacaí (EMBRAPA, 2013).

Utilizou-se a cultivar NS 6209 RR, de ciclo médio, grupo de maturação 6.3 e tipo de crescimento determinado. A semeadura foi realizada no dia 15 de novembro de 2014, com densidade de 28 plantas por m². As sementes foram tratadas com fungicida, inseticida e inoculadas com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*. A adubação de base foi composta por 320 kg ha⁻¹, utilizando-se fertilizante na formulação 04-17-24 e os demais tratamentos culturais, como controle de planta daninha, controle de insetos-praga e doenças foliares foram realizados conforme recomendações técnicas para cultura. Foi utilizada semeadora-adubadora pantográfica para plantio direto com seis linhas espaçadas em 0,50 m com disco turbo de 25 ondas, para corte da palha e deposição do fertilizante.

¹ Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima nº 1000, Bairro Camobi, CEP 97105-900. E-mail: mariliaf312@yahoo.com.br

² Prof. Dr., Universidade Federal de Santa Maria.

³ Acadêmicos do curso de agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com oito repetições. As unidades experimentais mediram 30 m². Na safra anterior, onde os preparos foram realizados foi cultivado milho e na entressafra azevém. Assim, os tratamentos foram implantados 12 meses antes da semeadura da soja e constituíram-se de: T1- Solo escarificado à 0,3 m de profundidade, com hastes espaçadas a 0,35 m; T2- semeadura direta sobre preparo do solo com duas gradagens à 0,10 m de profundidade e posterior aplainamento do solo e T3- microcamalhão sobre solo preparado com duas gradagens e aplainado.

Para análise dos parâmetros físicos do solo foram realizadas coletas de amostras indeformadas, com anéis de 0,05 m de altura e 0,04 m de diâmetro, seguindo método descrito pela Embrapa (2011), no momento da semeadura e na colheita. Determinou-se também a resistência mecânica à penetração do solo, com três amostras por parcela na camada de 0 – 0,3 m, na entre linha, com auxílio de penetrômetro digital, na semeadura e na colheita. Foram realizadas ainda avaliações da massa seca de plantas, raízes e nódulos nos estádios fenológicos R2 e R5, em cinco plantas por unidade experimental. A produtividade foi determinada mediante a colheita de 7,5 m². Determinou-se o grau de umidade de cada amostra após a trilha, corrigindo-a para 13% de umidade.

Os dados foram submetidos ao teste das pressuposições do modelo matemático. A análise foi realizada através do teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os manejos do solo realizados na safra agrícola de 2013/14 influenciaram na resistência mecânica do solo à penetração por ocasião da semeadura e colheita da soja, safra 2014/15 (Figura 1 A, B). Os menores valores de resistência mecânica do solo foram no manejo com a escarificação. Esse manejo manteve os valores de resistência abaixo de 1,5 MPa em ambas as épocas de avaliação. Isso é decorrência de que este sistema de manejo rompe as camadas superficiais encrostadas e camadas subsuperficiais adensadas (KOCCHHANN e DENARDIN, 2000). Baseando-se nesses resultados, pode-se dizer que a escarificação foi eficiente em reduzir a presença da camada compactada no solo até os 0,30 m, visto que a resistência do solo à penetração é utilizada como um indicativo do grau de compactação do mesmo (BEULTER e CENTURION, 2004).

No entanto, para os manejos de semeadura direta e microcamalhão utilizados na safra anterior, encontrou-se valores de resistência maiores que 2 MPa na camada de 0,15 – 0,25 m nas duas avaliações. De acordo com BOTTA et al. (2010) valores de resistência do solo à penetração de 2 MPa são considerados críticos ao crescimento e desenvolvimento das raízes.

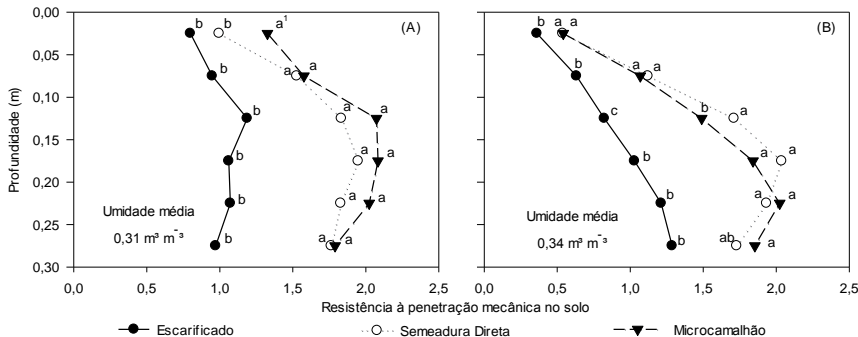


Figura 1: Resistência à penetração mecânica no solo, na semeadura da cultura da soja (A) e da colheita (B). Santa Maria, RS. 2015. ⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si (Tukey; p < 0,05)

Para as variáveis densidade e porosidade do solo, umidade e armazenamento de água no solo não houve diferença entre os manejos (Tabela 1). Os manejos de solo tendem a alterar suas características de estrutura e agregação, visto que a qualidade física do solo deve também ser entendida como sua qualidade estrutural (FONTENELE, 2006).

Conforme Ferreira (2011), nos Planossolos a estrutura do solo é em forma laminar, ou seja, as partículas se agrupam horizontalmente no solo, o que reduz a condutividade hidráulica, e assim propiciam baixa drenagem natural do mesmo como consequência desse tipo de estrutura, tem-se alta resistência à penetração das raízes. Desta forma, embora os resultados das características físicas do solo tenham sido semelhantes, a escarificação proporcionou esse rearranjo das partículas, que se manteve no segundo ano de cultivo.

Tabela 1: Densidade do solo, porosidade total, umidade e armazenamento de água do solo, avaliados na entre linha da cultura da soja nas profundidades de 0,0 - 0,1 e 0,1 - 0,2 m, no momento da semeadura e de colheita da soja. Santa Maria, RS. 2015.

Semeadura e de colheita da soja: Santa Maria, RS, 2019.								
Tratamento	Densidade		Porosidade total		Umidade		Armazenamento	
	Semeadura	Colheita	Semeadura	Colheita	Semeadura	Colheita	Semeadura	Colheita
	----- Mg m ⁻³ -----			----- m ³ m ⁻³ -----			----- mm -----	
----- 0,0 - 0,1 m -----								
Esc	1,52 ^{ns}	1,42 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,35 ^{ns}	41 ^{ns}	44 ^{ns}
Direto	1,50	1,42	0,41	0,44	0,31	0,35	41	44
D. Micro	1,50	1,46	0,41	0,43	0,30	0,35	41	43
Média	1,51	1,43	0,41	0,44	0,31	0,35	41	44
CV (%)	3,34	2,46	4,51	3,20	9,28	6,63	7,76	3,14
----- 0,1 - 0,2 m -----								
Esc	1,60	1,56	0,35	0,40	0,30	0,32	35	40
Direto	1,66	1,54	0,37	0,38	0,33	0,32	37	38
D. Micro	1,65	1,62	0,35	0,38	0,32	0,32	35	37
Média	1,64	1,57	0,36	0,39	0,32	0,32	36	38
CV (%)	6,49	2,80	11,53	6,52	8,88	5,42	11,36	6,39

Esc= Escarificado. Direto= Semeadura direta. D. Micro= Semeadura direta com microcamalhão. ^{ns} não significativo estatisticamente pelo teste F.

Embora houve diferenças entre os sistemas de manejo na resistência mecânica do solo à penetração, isso não se refletiu no crescimento das plantas e no rendimento de grãos (Tabela 2). Estes resultados podem estar relacionados às condições adequadas de precipitação pluvial da safra (Figura 2), em que ocorreu boa distribuição de chuvas durante todo o período de cultivo. As condições hídricas adequadas fazem com que os problemas de uma camada mais densa do solo e ou compactada tornem-se minimizados.

Segundo Cambara e Klein (2005), com a umidade em capacidade de campo, a resistência à penetração mecânica do solo é semelhante nos tratamentos escarificado e plantio direto, enquanto que em ponto de murcha permanente, as diferenças são maiores.

Tabela 2: Massa seca por planta, raízes e nódulos nos estádios R2 e R5 e produtividade de grãos da cultura da soja semeada em diferentes preparos do solo na safra anterior. Santa Maria, RS. 2015.

Tratamento	Massa seca em R2			Massa seca em R5			Rendimento de grãos
	Planta	Raiz	Nódulos	Planta	Raiz	Nódulos	
	----- gramas -----						----- kg ha ⁻¹ -----
Esc	8,7 ^{ns}	3,2 ^{ns}	0,54 ^{ns}	10,6 ^{ns}	5,2 ^{ns}	2,3 ^{ns}	4500 ^{ns}
Direto	8,3	3,4	0,52	9,5	5,6	2,1	4247
D. Micro	8,8	3,2	0,68	11,8	7,2	2,2	4304
Média	8,6	3,27	0,58	10,6	5,9	2,2	4350
CV (%)	18,8	20,8	28,9	26,6	42,3	25,0	10,5

Esc= Escarificado. Direto= Semeadura direta. D. Micro= Semeadura direta com microcamalhão. ^{ns} não significativo estatisticamente pelo teste F.

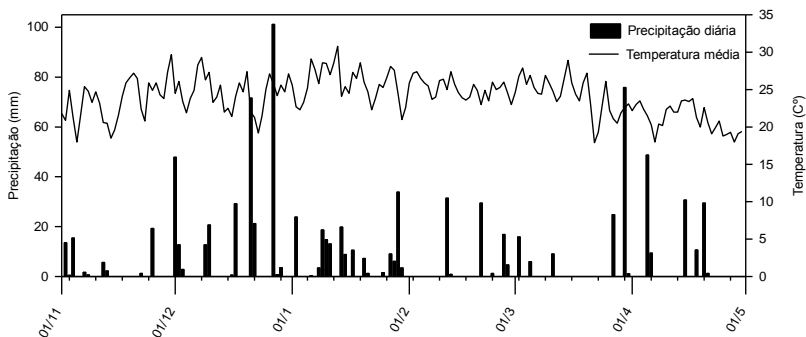


Figura 2: Precipitação pluvial diária e temperatura média do ar. Santa Maria, RS. Safra 2014/15.

CONCLUSÃO

Nas condições do estudo, o sistema de manejo do solo com escarificação mantém os valores de resistência mecânica do solo abaixo de 1,5 MPa no segundo ano de cultivo.

Não há diferença no rendimento de grãos de soja entre os sistemas de manejo do solo escarificado, direto e com microcamalhão no segundo ano de cultivo após a realização dos preparos, sob condições adequadas de precipitação pluvial.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de iniciação científica concedida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEULTER, A.N.; CENTURION, J. F. Compactação do solo no desenvolvimento radicular e na produtividade da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.6, p.581-588, 2004.
- BOTTA, G.F. et al. Tillage and traffic effects (planters and tractors) on soil compaction and soybean (*Glycine max* L.) yields in Argentinean pampas. **Soil & Tillage Research**, v.110, n.1, p.167-174, 2010.
- CAMBARA, R.K.; KLEIN, V.A. **Propriedades físico-hídricas do solo sob plantio direto escarificado e rendimento da soja**. 2005.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação dos solos. **Centro Nacional de Pesquisa de em Solos**. Brasília: Embrapa-SPI353p. 2013.
- MARCOLIN, C.D. & KLEIN, V.A. Determinação da densidade relativa do solo por uma função de pedotransferência para a densidade do solo máxima. **Acta Scientiarum**. Maringá. v. 33, p. 349-354, 2011.
- FALLEIRO, R.M et al. Estado de compactação do solo em áreas cultivadas no sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.37, 2002.
- FERREIRA, P.T.J, **Caracterização de Planossolos desenvolvidos em diferentes condições geoambientais do Estado de Pernambuco**, 2011.
- FONTENELE, W. Indicadores físicos e hídricos da qualidade de um latossolo amarelo distrófico sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado e Piauí, 2006. 6p.
- GOMES, A. da S.; PORTO, M.P.; PARFITT, J.M.B.; Da Silva, C.A.S.; SOUZA, R.O.; PAULETTO, E.A. **Rotação de Culturas em Áreas de Várzea e Plantio Direto de Arroz**, 2002.
- KOCHHANN, R. A; DENARDIN, J. E. **Implantação e manejo do sistema de plantio direto**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 2000. 36p.

INFLUÊNCIA DO MANEJO DA ÁGUA NA DISPONIBILIDADE DE FÓSFORO PARA O ARROZ IRRIGADO

Gustavo Kruger Gonçalves¹; Carlos Alberto Torres Gonçalves²; Daiana Ribeiro Nunes Gonçalves³

Palavras-chave: Irrigação, solução do solo, superfosfato triplo

INTRODUÇÃO

No Brasil, aproximadamente, 65% da produção de arroz irrigado no país ocorrem no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, nas chamadas várzeas ou terra baixas, sendo que o Rio Grande do Sul é o Estado que mais produz no Brasil, utilizando o sistema de cultivo irrigado com lâmina contínua, elevando seu índice de uso de água na agricultura (Azambuja et al., 2004).

Uma vez que a demanda por arroz é crescente devido ao contínuo aumento da população e a água está cada vez mais escassa em nível mundial, se faz necessário produzir mais arroz com menos água (Gomes et al., 2004).

A utilização de sistema alternativo de irrigação (Intermitente) objetivando obter alta produtividade com menor uso da água vem sendo testado no Rio Grande do Sul. Entretanto, as variações de disponibilidade de água nos sistemas de irrigação podem afetar outros fatores, como o controle de plantas daninhas e a disponibilidade de nutrientes para a cultura de arroz irrigado. Um desses nutrientes, é o fósforo, cuja disponibilidade é afetada pelas reações de oxirredução em solos alagados. Ranno (2004) verificou que, em solos ácidos do Estado do Rio Grande do Sul, os fosfatos ocorrem predominantemente associados ao ferro. Dessa forma, a química dos fosfatos em solos alagados está relacionada à química do ferro, ou seja, as condições que aumentam a solubilidade do ferro no solo normalmente aumentam a solubilidade do fósforo (Ponnamperuma, 1972). Gonçalves et al. (2011) estudando a relação entre óxidos de ferro e de manganês e a sorção de fósforo em solos alagados no RS, observaram que o solo Planossolo apresentou menor sorção de fósforo do que os solos oriundos de sedimento de basalto (Chernossolo, Vertissolo e Luvisso) em todos os períodos de alagamento. Em função do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a disponibilidade de fósforo na cultura de arroz irrigado em função de diferentes sistemas alternativos de irrigação utilizados em diferentes classes de solos.

MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se um experimento em vasos, na casa de vegetação de uma propriedade particular em Santana do Livramento, no período de outubro de 2014 a fevereiro de 2015.

Foram utilizadas amostras dos seguintes solos coletados no RS: Planossolo hidromórfico eutrófico solódico, Vertissolo ebânico órtico típico e Chernossolo ebânico carbonático vértico (Tabela 1). O experimento constituiu-se de um fatorial 2 x 3, delineado em blocos ao acaso, com quatro repetições, em que foram estudados os fatores e níveis especificados a seguir: a) Sistema de Irrigação: Convencional e Intermitente; b) Solos: Planossolo, Vertissolo e Chernossolo.

¹ Doutor, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Rua Rivadávia Correa 825 em Sant'ana do Livramento, gustavo-goncalves@gmail.com

² Discente, UERGS.

³ Mestre, Autônoma.

Tabela 1. Atributos das amostras dos solos utilizados no experimento

Solo	Argila	m.o.	P	K	CTC pH 7,0
	---- g kg ⁻¹ ----		---- mg kg ⁻¹ ----		Cmolc kg ⁻¹
Planossolo	180	21	2,9	70	13,8
Chernossolo	280	26	2,7	110	18,2
Vertissolo	320	43	2,9	100	25,8

As amostras da camada superficial dos solos (0-20 cm) foram expostas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 1 cm de malha. Posteriormente, foram colocadas em vasos plásticos de 10L, na quantidade de 9 kg de solo seco por vaso (unidade experimental). Em cada vaso, foram aplicadas adubações de base equivalentes 20 kg N ha⁻¹, 150 kg P₂O₅ ha⁻¹ e 60 kg KCl ha⁻¹. As aplicações de N, P e K pelas fontes uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente, seguiram as recomendações definidas com base nos resultados das análises do solo e da interpretação das tabelas de recomendação de adubação da Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFSRS/SC, 2004). Entretanto, optou-se pela aplicação do dobro da recomendação de adubação no campo, devido ao menor volume de solo explorado pelo sistema radicular em vaso plástico.

A medida que as amostras do solo foram homogeneizadas com a adubação de base nas unidades experimentais, acomodaram-se os sistemas de coleta de solução desenvolvidos por Bohnen et al. (2005), de modo que ficassem a uma profundidade de 15 cm. Posteriormente, foram adicionados água destilada, de modo que a umidade gravimétrica (Ug) no solo ficasse próxima a capacidade de campo. A seguir, foram colocadas para germinar oito sementes de arroz por vaso, cultivar BRS PAMPA, e foi feito o desbaste para quatro plantas por vaso, quando estas encontravam-se no estágio V3-V4.

Os sistemas de Irrigação foram manejados da seguinte forma: a) No sistema convencional estabeleceu-se uma lâmina de água contínua (5cm) a partir do estágio das plântulas de 4 folhas (V4) até a colheita (R3). No estágio V4 e na diferenciação da panícula, antes da entrada de água forma aplicadas doses de uréia em cobertura, equivalente a 80 kg ha⁻¹ (Planossolos) e 70 kg ha⁻¹ (Chernossolo e Vertissolo); b) No Sistema Intermitente aplicou-se a uréia e estabeleceu-se o nível da água em 5cm em V4. Deixou-se o solo secar naturalmente até próximo à diferenciação da panícula (DP). Neste momento, aplicou-se à segunda dose recomendada de uréia com imediato retorno da irrigação, que foi mantida até a colheita, semelhantemente ao sistema convencional de irrigação.

Aos 1, 15, 30, 45, 60 e 75 dias de alagamento, foram coletados e filtrados 20 mL de solução diretamente em frascos de vidro acidificados em HCl, possibilitando, dessa maneira, a análise em laboratório das concentrações de fósforo por colorimetria.

O arroz foi cultivado por 100 dias, após a semeadura das plântulas, que coincidiu com o estágio R3 da fase reprodutiva. As análises de variância das características avaliadas foram realizadas através do software SANEST. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância referente as concentrações de fósforo na solução em todos os períodos de alagamento, foi observada interação significativa entre os fatores estudados (Tabela 2).

Analisando o comportamento de cada solo nos sistemas de irrigação nos períodos de alagamento avaliados observou-se os seguintes resultados: a) No Planossolo, a partir dos 15 dias de alagamento, observou-se que o manejo convencional de água promoveu maiores concentrações de fósforo na solução em relação ao manejo intermitente. Isso se deve a maior disponibilidade de água no manejo convencional e a antecipação das reações de redução do ferro promovendo a dessorção de fósforo na solução no solo Planossolo; b) Comportamento semelhante foram obtidos no Chernossolo e Vertissolo, a partir dos 30 dias de alagamento, devido a maior disponibilidade de água no sistema convencional e a maior intensidade das reações de redução do ferro com dessorção de fósforo a partir dos 30 dias de alagamento. Resultados semelhantes foram obtidos por Gonçalves e Meurer (2010), onde observou-se que os solos oriundos de Basalto (Chernossolo, Vertissolo e Luvisolo), por apresentar maiores teores de óxidos de ferro promovendo liberação do ferro mais tardia do que os solos oriundos de sedimento de granito (Planossolos).

Tabela 2. Concentração de fósforo na solução do solo em diferentes períodos de alagamento em função dos tratamentos utilizados

Solo	Sistema de Irrigação	
	Convencional	Intermitente
----- P, mg L ⁻¹ -----		
1 dia de alagamento após a emergência		
Planossolo	0,16 aA	0,14 aA
Chernossolo	0,06 aB	0,03 bB
Vertissolo	0,03 aB	0,03 aB
15 dias de alagamento após a emergência		
Planossolo	0,38 aA	0,20 bA
Chernossolo	0,14 aB	0,10 aB
Vertissolo	0,12 aB	0,10 aB
30 dias de alagamento após a emergência		
Planossolo	0,64 aA	0,16 bA
Chernossolo	0,40 aB	0,08 bB
Vertissolo	0,41 aB	0,07 bB
45 dias de alagamento após a emergência		
Planossolo	0,60 aA	0,24 bA
Chernossolo	0,56 aA	0,11 bB
Vertissolo	0,55 aA	0,12 bB
60 dias de alagamento após a emergência		
Planossolo	0,61 aA	0,22 bA
Chernossolo	0,53 aA	0,11 bB
Vertissolo	0,55 aA	0,11 bB
75 dias de alagamento após a emergência		
Planossolo	0,59 aA	0,20 bA
Chernossolo	0,55 aA	0,10 bB
Vertissolo	0,57 aA	0,10 bB

Médias seguida pela mesma letra minúscula na linha e pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si (Duncan, 5%).

Analisando o comportamento de cada sistema de irrigação nos solos em diferentes períodos de alagamentos avaliados observou-se os seguintes resultados: a) Aos 1, 15 e 30 dias de alagamento, o Planossolo foi superior aos demais solos em todos os sistemas de Irrigação avaliados. Isso se deve, provavelmente, a época de ocorrência diferenciada da redução de Ferro e conseqüentemente do fósforo dessorvido entre os solos estudados.

Resultados obtidos por Gonçalves e Meurer (2011), demonstraram que a redução do Ferro em solos Planossolos ocorrem entre a segunda e quarta da semana de alagamento. A partir dos 45 dias de alagamento, o Planossolo não diferiu dos demais solos nos sistemas de Irrigação Convencional. É provável que a partir do período mencionado anteriormente, as reações de redução do ferro com dessorção do fósforo tenham se estabilizado no Planossolo, enquanto que no Chernossolo e Vertissolo ocorreu na liberação do ferro e fósforo dessorvido. No sistema de irrigação intermitente, foram observadas em todos os solos diminuição nas concentrações de fósforo na solução aos 30 dias de alagamento, devido a diminuição da disponibilidade de água. Entretanto, aos 45 dias de alagamento observou-se a elevação nas concentrações de fósforo na solução, promovidas pelo retorno da lâmina de água na diferenciação da panícula (40 dias de alagamento).

CONCLUSÃO

O sistema de irrigação convencional apresentou maior concentração de fósforo na solução do solo do que os sistemas de irrigação intermitente em todos os solos na maior parte do período de alagamento.

O Planossolo apresentou maior concentração de fósforo na solução do solo do que os Chernossolos e Vertissolo até os 30 dias de alagamento em todos os sistemas de irrigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZAMBUJA, I. H. V.; VERNETTI JUNIOR, F. J.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de. (Ed.). **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 23-44.

BOHNEN, H.; SILVA, L.S.; MACEDO, V.R.M.; MARCOLIN, E. Ácidos orgânicos na solução de um Gleissolo sob diferentes sistemas de cultivo com arroz irrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, p. 475-480, 2005.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO –CQFS RSSC. **Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004, 394p.

GOMES, A. da S.; PAULETTO, E. A.; FRANZ, A. F. H. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de. (Ed.). **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 417-455.

GONCALVES, G.K.et al. Relação entre óxidos de ferro e de manganês e a sorção de fósforo em solos no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, p. 1633-1639, 2011.

GONCALVES, G.K.; MEURER, E.J. Alterações nas concentrações de fósforo em solos cultivados com arroz irrigado no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, p. 465-471, 2010.

PONNAMPERUMA, F.N. The chemistry of submerged soils. **Advances in Agronomy**, New York, v. 24, p. 29-96, 1972.

RANNO, S. K. **Estimativa da disponibilidade de fósforo para a cultura de arroz irrigado em solos do RS**. 2004. 139 f. Tese (Mestrado) –Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS.

INOCULAÇÃO DE SEMENTES COM *Azospirillum brasilense* E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS IRRIGADOS POR ASPERSÃO: SAFRA 2013/14

Mayara Rodrigues¹; Orivaldo Arf²; Nayara Fernanda Siviero Garcia³, Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues², Amanda Ribeiro Peres⁴

Palavras-chave: bactérias diazotróficas, Ana 5011, IAC 202.

INTRODUÇÃO

Para viabilizar a cultura de arroz de terras altas com irrigação suplementar, devem-se utilizar cultivares apropriados, pois os tradicionais normalmente apresentam grande desenvolvimento vegetativo, com abundância de folhas e porte alto, que favorecem o acamamento quando irrigados por aspersão (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006).

A adubação nitrogenada é essencial para um bom desenvolvimento da cultura. Visando obter bons resultados nas safras de forma mais sustentável e econômica, está sendo estudada a utilização da fixação biológica de nitrogênio (FBN), por meio das bactérias diazotróficas promotoras de crescimento de plantas, como o *Azospirillum brasilense*.

O objetivo do presente trabalho foi estudar a eficiência da fixação de nitrogênio pelas bactérias *Azospirillum brasilense* em dois cultivares de arroz de terras altas adubados com doses de nitrogênio em cobertura.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no ano agrícola de 2013/14 no município de Selvíria – MS, situada a aproximadamente a 51° 22' de longitude Oeste de Greenwich e 20° 22' de Latitude Sul, com altitude de 335 metros. O solo do local é do tipo Latossolo Vermelho distrófico argiloso. A precipitação média anual é de 1.370 mm, a temperatura média anual é de 23,5 °C e a umidade relativa do ar entre 70 e 80% (média anual).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, disposto em esquema fatorial 2x4x2. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de dois cultivares de arroz (IAC 202 e Ana 5011), quatro doses de N em cobertura (0, 30, 60 e 90 kg ha⁻¹) e inoculação com *Azospirillum brasilense* (presença e ausência), com 4 repetições. O preparo do solo foi realizado utilizando-se escarificador de 7 hastes com profundidade de trabalho de 0,30m, seguido de uma operação com grade leve para nivelamento da área. A semeadura foi realizada no dia 04/11/2013 em solo úmido. A densidade de semeadura utilizada foi de 180 sementes m⁻² e as sementes foram tratadas antes da inoculação com fipronil (50 g ha⁻¹ do i.a.). As parcelas foram constituídas por cinco linhas de 4,5 m de comprimento espaçadas de 0,35 m entre si. A área útil foi constituída por 2 linhas centrais.

A adubação mineral nos sulcos de semeadura foi calculada de acordo com características químicas do solo e produtividade esperada, utilizando-se 250 kg ha⁻¹ da formulação 04-30-10. A adubação de cobertura com as doses de N mineral foi realizada aos 30 dias após a emergência das plântulas (DAE), utilizando-se ureia. Logo após a aplicação da ureia foi realizada irrigação com o objetivo de minimizar perdas de N por volatilização.

Nos tratamentos com presença de inoculação, foi realizada a inoculação em local de sombra, após o tratamento de sementes e pouco antes da semeadura, com as estirpes Ab-V₅ e Ab-V₆ de *Azospirillum brasilense*, utilizando-se a dose de 100 g de inoculante para

¹ Graduanda em Agronomia, UNESP – Ilha Solteira, Avenida Brasil, 56, Ilha Solteira – SP, mayararodrigues.agro@gmail.com.

² Docente, UNESP – Ilha Solteira.

³ Mestranda em Agronomia, UNESP – Ilha Solteira.

⁴ Doutoranda em Agronomia, UNESP – Ilha Solteira.

cada 25 kg de sementes.

A área de cultivo foi irrigada por sistema fixo de irrigação por aspersão e no manejo de água da cultura foram utilizados três coeficientes de cultura (Kc). Para a fase vegetativa foi utilizado o valor de 0,4; para a fase reprodutiva dois coeficientes de cultura, o inicial de 0,70 e o final de 1,00 e para a fase de maturação estes valores foram invertidos, ou seja, o inicial de 1,00 e o final de 0,70.

O controle de plantas daninhas foi realizado utilizando-se herbicidas, sendo aplicado logo após a semeadura do arroz o herbicida pendimethalin (1400g ha⁻¹ do i.a.). Durante a fase vegetativa das plantas, aos 14 dias após a emergência foi realizada a aplicação do herbicida metsulfuron metil (2,0 g ha⁻¹ do i.a.). As plantas daninhas não controladas pelo herbicida foram eliminadas manualmente com auxílio de enxada.

O cultivar Ana 5011, de acordo com as características genéticas, possui plantas de porte maior que o 'IAC 202', e para evitar a ocorrência de acamamento das plantas do cultivar Ana 5011, dificultando as avaliações e colheita, foi aplicado o regulador vegetal a base de etil-trinexapac (75 g ha⁻¹ do i.a.) por ocasião da diferenciação floral das plantas.

Foram realizadas as seguintes avaliações: teor de nitrogênio (N) foliar, altura de plantas, massa de 100 grãos, massa hectolétrica e produtividade. Os valores da massa de 100 grãos e produtividade foram corrigidos para 13% de umidade (base úmida).

Os dados foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, ao teste de Tukey a 5% de probabilidade e análise de regressão no caso das doses de nitrogênio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A semeadura foi realizada no dia 04/11/2013 em solo úmido. A emergência ocorreu no dia 11/11/2013 aos 7 dias após a semeadura de modo uniforme em todos os tratamentos. Com relação ao florescimento, o cultivar Ana 5011 floresceu primeiro (aos 70 DAE) em relação ao 'IAC 202' (aos 79 DAE). A colheita dos cultivares Ana 5011 e IAC 202 foi realizada em 24/02/2014, ambos aos 105 DAE.

Durante o cultivo ocorreu uma situação atípica em relação aos fatores climáticos. Entre 26 de janeiro e 15 de fevereiro de 2014 ocorreu um período de estiagem de 19 dias com temperaturas máximas entre 35 e 40 °C. Embora houvesse irrigação por aspersão, as temperaturas foram muito elevadas em uma época onde a cultura é mais sensível a condições estressantes. Nesse período foi observado em campo atraso na emissão de panículas, desuniformidade de emissão, grande número de panículas brancas ou com muitos grãos chochos e até plantas que não emitiram panículas.

Os valores médios do teor de nitrogênio foliar, altura de plantas e número de panículas por metro quadrado estão apresentados na Tabela 1. Avaliando os resultados de teor de N foliar, verifica-se que não houve resultados significativos para a adubação nitrogenada, mas sim para cultivares, inoculação, e para a interação entre os dois. Na Tabela 2 está apresentado o desdobramento da interação cultivar x inoculação de sementes referente a teor de N foliar. No desdobramento de cultivares dentro de inoculação, o cultivar IAC 202 apresentou maior teor de N foliar em relação ao cultivar Ana 5011 na presença e ausência de inoculação. Para inoculação dentro de cultivares, nota-se que o cultivar IAC 202 obteve maior valor na ausência do que na presença de inoculação.

Para a altura de plantas, os resultados significativos foram para cultivares e doses de N, em que se observou maior altura de plantas para o cultivar IAC 202, e para as doses de nitrogênio, os dados se ajustaram a uma equação linear decrescente, ou seja, com o aumento das doses de nitrogênio houve redução da altura das plantas. O uso do regulador vegetal no cultivar Ana 5011 pode explicar a maior altura de plantas do cultivar IAC 202. Não houve diferenças significativas entre as plantas inoculadas e não inoculadas.

Os valores de massa de 100 grãos, massa hectolétrica e produtividade também estão apresentados na Tabela 1. Nota-se que para a massa de 100 grãos, o cultivar Ana 5011 apresentou o maior valor. Houve também efeito de inoculação, em que as plantas inoculadas apresentaram maior massa de 100 grãos em relação às não inoculadas. Não

ocorreu diferenças significativas para doses de N aplicadas em cobertura. Resultado observado também por Fageria et al. (2007).

Tabela 01. Valores médios de nitrogênio foliar, altura de planta, massa de 100 grãos, massa hectolétrica e produtividade de grãos de cultivares de arroz em função da inoculação de *Azospirillum brasilense* e aplicação de N em cobertura. Selvíria (MS), 2013/14.

Tratamentos	N foliar (g kg ⁻¹)	Altura de plantas (cm)	Massa de 100 grãos (g)	Massa Hectolétrica (kg/100L)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Cultivares (C)					
Ana 5011	29,0 b	79,6 b	2,0 a	47,5	2.015
IAC 202	32,4 a	83,8 a	1,9 b	47,4	2.208
Inoculação (I)					
Presença	29,4 b	80,9	2,0 a	49,8 a	2.147
Ausência	32,0 a	82,5	1,8 b	45,1 b	2.077
Doses de N (D)					
0 kg ha ⁻¹	31,4	82,8 ¹	2,0	48,1	2.796 ²
30 kg ha ⁻¹	30,8	84,4	1,9	47,9	2.541
60 kg ha ⁻¹	30,4	80,7	1,9	46,9	1.955
90 kg ha ⁻¹	30,2	79,0	1,9	46,9	1.154
CV (%)	6,54	5,17	6,62	3,51	33,47

ns – não significativo, ** e * – significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente ; médias seguidas por letra distinta nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

¹ y = 83,9437 - 0,04980x (R² = 0,67)

² y = 2938,7099 - 18,3822x (R² = 0,95)

Para a massa hectolétrica observou-se resposta significativa para inoculação e para a interação entre cultivares e inoculação, o resultado da interação está apresentado na Tabela 3. Analisando o desdobramento de cultivares dentro de inoculação nota-se que o cultivar Ana 5011 apresentou maior massa hectolétrica na presença de inoculação e, o cultivar IAC 202, na ausência. Para inoculação dentro de cultivares, os dois cultivares mostraram melhores resultados na presença do que na ausência de inoculação de sementes.

Quanto à produtividade de grãos verifica-se efeito para doses de N e interação cultivar x inoculação. O aumento das doses aplicadas promoveu decréscimo na produtividade. Em trabalho realizado por Meira et al. (2005), a dose que proporcionou produtividade máxima foi a de 90 kg de N ha⁻¹. Observando a Tabela 4 de desdobramento, constata-se que o cultivar IAC 202 obteve maior produtividade que o Ana 5011 na ausência de inoculação.

Tabela 2. Desdobramento da interação cultivar x inoculação de sementes da análise de variância referente ao teor de N foliar. Selvíria (MS), 2013/14.

Cultivar	N foliar (g kg ⁻¹)	
	Inoculação de sementes	
	Presença	Ausência
Ana 5011	28,67 bA	29,32 bA
IAC 202	30,12 aB	34,62 aA
DMS = 1,43		

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

Não houve efeito da inoculação sobre a produtividade de grãos de arroz. Ao contrário, Reichemback et al. (2011), no município de Selvíria (MS) observaram aumento de 26% na produtividade de grãos do cultivar Primavera que teve as sementes inoculadas com *Azospirillum brasilense*, em relação ao tratamento sem inoculação.

Tabela 3. Desdobramento da interação cultivar x inoculação de sementes da análise de variância referente à massa hectolétrica. Selvíria (MS), 2013/14.

Cultivar	Massa Hectolétrica (kg/100L)	
	Inoculação de sementes	
	Presença	Ausência
Ana 5011	50,53 aA	44,48 bB
IAC 202	49,98 bA	45,78 aB
DMS = 1,18		

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

Tabela 4. Desdobramento da interação cultivar x inoculação de sementes da análise de variância referente à produtividade de grãos. Selvíria (MS), 2013/14.

Cultivar	Produtividade (kg ha ⁻¹)	
	Inoculação de sementes	
	Presença	Ausência
Ana 5011	2.240 aA	1.790 bA
IAC 202	2.053 aA	2.363 aA
DMS = 503,23		

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

CONCLUSÃO

- O cultivar IAC 202 e o Ana 5011 apresentaram produtividade de grãos semelhantes;
- A inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* proporciona incremento na massa hectolétrica dos cultivares Ana 5011 e IAC 202;
- A produtividade de grãos de arroz dos cultivares Ana 5011 e IAC 202 não foi influenciada pela inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense*;
- O aumento da dose de N mineral em cobertura propiciou redução na produtividade de grãos para essa faixa de produtividade obtida.

AGRADECIMENTOS

À Fapesp pelo financiamento do projeto e concessão de bolsa de iniciação científica para a primeira autora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FAGERIA N. K.; SANTOS A. B.; CUTRIM, V. A. Produtividade de arroz irrigado e eficiência de uso do nitrogênio influenciadas pela fertilização nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.7, p.1029-1034, 2007.

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J.L. Manual da cultura do arroz. Jaboticabal, FUNEP, 2006. 589p.

MEIRA, F.A.; BUZETTI, S.; FREITAS, J.G.; ARF, O.; SÁ, M.E. de. Resposta de dois cultivares de arroz à adubação nitrogenada e tratamento foliar com fungicidas. **Acta Scientiarum**, Londrina, v.27, p.91-95, 2005.

REICHEMBACK, M.P.; ARF, O.; THOMAZINI, G.; RODRIGUES, R.A.F.; GITTI, D.C. Inoculação de *Azospirillum brasilense* e fontes de nitrogênio mineral em arroz de terras altas irrigado por aspersão. In: CONGRESSO BRASILEIRO ARROZ IRRIGADO, 7, 2011, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, 2011. v. 2, p. 259-262.

INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA: PLANTIO DIRETO E PRODUÇÃO DE SEMENTES DE ARROZ

João Carlos Pinto Oliveira¹; Danilo Menezes Santana¹; Gabriel Streck Bortolin²; José Augusto Marchese³; Suélen Silveira Sousa³; Valeska Marcolin Scuro⁴.

Palavras-chave: nitrogênio; proteína; germinação; emergência

Introdução

O uso de forrageiras anuais de inverno entre dois cultivos sucessivos de arroz é uma prática que é utilizada há anos pelos produtores do Rio Grande do Sul. Esta prática tem como objetivo maximizar os ganhos por área e o aumento da renda do produtor. Além disso, ela melhora a reciclagem de nutrientes do solo e proporciona um melhor controle de invasoras da cultura. Por este motivo é recomendada para limpeza de áreas de produção de sementes. No entanto, orizicultores tem relatado dificuldades no estabelecimento da cultura do arroz após uma pastagem de azevém, e alegam a necessidade de que o herbicida seja aplicado no mínimo 60 dias antes do plantio do arroz irrigado. Isso inviabiliza a fração pecuária da integração.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o estabelecimento, a produtividade e a qualidade das sementes de arroz irrigado, sob plantio direto, após uma pastagem de azevém manejada com duas alturas de resíduo e duas épocas de aplicação de dessecante e com diferentes doses de nitrogênio no plantio da lavoura de arroz.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Pecuária Sul, situada na região da Campanha, em Bagé/RS/Brasil (31°21'07"S, 54°01'14"O). O solo é um Vertissolo Ebânico Órtico chernossólico, pouco profundo, imperfeitamente drenado, escuros, com horizonte vértico e pequena variação textural ao longo do perfil (STRECK et al., 2008). Tem boa fertilidade natural, com alta CTC e alta saturação de bases. O clima da região é subtropical úmido, com precipitação média anual é de 1299 mm, bem distribuída durante o ano. A temperatura média anual é de 17,9°C, sendo a média do mês mais quente de 23,9°C (janeiro) e do mês mais frio de 12,4°C (junho), podendo ocorrer temperaturas extremas de -4 a 41°C. A ocorrência de geadas se concentra nos meses de abril a setembro, com maior incidência em junho, julho e agosto. O resultado da análise de solo está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultado da análise de solo da área experimental.

% Argila	pH água	pH SMP	P (mg/dm ³)	K (mg/dm ³)	% MO	Al (cmol/dm ³)	Ca (cmol/dm ³)	Mg (cmol/dm ³)
18	5,3	5,9	5,2	69	2,1	0,2	10,2	2

A área destinada ao experimento foi sistematizada com cota zero e após a colheita da cultura antecessora, foi preparada em sistema convencional (gradagens). Após o preparo foi semeada a pastagem de azevém, com uma densidade de semeadura de 30 kg de sementes.ha⁻¹. O plantio foi realizado em 26/04/2013. Em toda a área experimental foi aplicado 100 kg.ha⁻¹ de ureia quando as plantas de azevém estavam com três folhas aparentes. A pastagem foi manejada sob cortes e com dois manejos distintos (Figura 1); A -

¹ Pesquisador Embrapa Pecuária Sul. BR 153 km 633, Caixa Postal 242 – Bagé/RS. Joao-carlos.oliveira@embrapa.br

² Aluno de Mestrado Curso de Agrobiologia – UFSM – Santa Maria/RS

³ Aluno do curso de Agronomia – URCAMP – Bagé/RS

⁴ Aluno do curso de Engenharia Química – UNIPAMPA – Bagé/RS

resíduo alto (as parcelas eram cortadas quando as plantas atingiam 25 cm de altura e era deixado um resíduo de 10 cm) e B - resíduo baixo (as parcelas eram cortadas quando as plantas atingiam 15 cm de altura e era deixado um resíduo de 5 cm). Os cortes nas parcelas iniciaram em 03/07 para o resíduo baixo e em 16/07 para o resíduo alto.

O herbicida foi aplicado 14 e 40 dias antes do plantio da lavoura de arroz, no final do ciclo das pastagens. A data do plantio do arroz foi 19/11/2013, na base de 110 kg.ha⁻¹ de sementes. Dois diferentes fertilizantes foram aplicados na linha quando do plantio do arroz: 27-27-00 e 18-27-00 (DAP).

27-27-00			
14 DIAS		40 DIAS	
ALTO	BAIXO	ALTO	BAIXO
18-27-00			
14 DIAS		40 DIAS	
ALTO	BAIXO	ALTO	BAIXO

Figura 1 – Quadro esquemático da distribuição dos tratamentos na área experimental.

A emergência das plântulas de arroz ocorreu em 29/11/2013. Em 16/12/2013, foi feita a avaliação do número de plântulas por metro quadrado. Na mesma data foi realizada a adubação em cobertura com ureia, com 100 kg de ureia.ha⁻¹, e também foi iniciada a irrigação da lavoura.

A colheita do arroz foi em 17/04/2014, quando as sementes estavam com 24% de umidade. As sementes foram trilhadas e limpas, armazenadas em sacos de papel no Laboratório de Análise de Sementes da Embrapa Pecuária Sul. Após alguns dias, foi avaliado o teor de água nas sementes, pesadas e o peso corrigido para 12% de umidade. Com o peso corrigido foi feito o cálculo da produção de sementes por hectare.

As sementes foram armazenadas em câmara fria e seca (10°C e 40%UR). Foram realizados testes de germinação para avaliar a qualidade das sementes colhidas (BRASIL, 2009) e também foi determinado o teor de proteína bruta (PB) das sementes pelo método micro-Kjedahl.

Resultados e Discussão

Na avaliação da tabela de análise da variância, não foi possível detectar diferença significativa entre os tratamentos para nenhuma das variáveis avaliadas. Os dados médios das variáveis para cada um dos tratamentos são apresentados na Tabela 2.

Mesmo que pela avaliação da tabela de análise da variância, não tenha sido possível detectar diferença significativa entre os tratamentos, para todas as variáveis analisadas, algumas tendências podem ser examinadas (Tabela 2).

Com relação à emergência de plântulas (EMERGE), contada 27 dias após o plantio, pode-se observar que o número maior de plântulas sempre ocorreu quando a data de

¹ Pesquisador Embrapa Pecuária Sul. BR 153 km 633, Caixa Postal 242 – Bagé/RS. Joao-carlos.oliveira@embrapa.br

² Aluno de Mestrado Curso de Agrobiologia – UFSM – Santa Maria/RS

³ Aluno do curso de Agronomia – URCAMP – Bagé/RS

⁴ Aluno do curso de Engenharia Química – UNIPAMPA – Bagé/RS

aplicação do herbicida foi mais próxima à data do plantio (14 dias antes), independente do resíduo da pastagem e independente do tipo de fertilizante aplicado na linha.

Estes resultados não são corroborados por Menezes et al. (2001) em trabalho realizado em Cachoeirinha, quando relataram que a cultura do azevém no inverno, foi a que mais prejuízo ao estabelecimento da lavoura de arroz na sequência. Segundo Swarowsky et al., 2004, isso pode ter ocorrido em função da boa drenagem da área no momento do plantio do arroz, uma vez que a permanência de água no perfil do solo no plantio diminui o rendimento da lavoura.

Tabela 2 – Resultados do teste de germinação; percentagem na primeira contagem (PRIMA) e percentagem de germinação final (FINAL); percentagem de proteína bruta nas sementes (PB); Número de plântulas por metro quadrado aos 27 dias após o plantio (EMERGE) e toneladas de sementes por hectare (REND).

Variáveis	PRIMA	FINAL	PB	EMERGE	REND
DAP.A.14	68	81	9,3	226	13,9
DAP.A.40	71	79	9,2	178	15,7
DAP.B.14	68	82	9,4	187	15,2
DAP.B.40	72	82	9,2	182	14,0
27-27-00.A.14	68	74	9,9	186	15,5
27-27-00.A.40	68	75	9,9	179	14,4
27-27-00.B.14	65	70	10,0	220	15,3
27-27-00.B.40	68	76	10,1	174	16,2

Quanto ao rendimento de sementes (REND), também não houve diferença significativa entre os tratamentos. Isto concorda com Correia et al. (2013) que afirmam que o rendimento de arroz não é influenciado pela época de aplicação do herbicida e tão pouco pela dose de nitrogênio aplicado na semeadura.

Também parece haver uma interação entre altura do resíduo da pastagem e época de aplicação do herbicida, dependendo do tipo de fertilizante aplicado no plantio da lavoura de arroz.

Quando se utilizou DAP na linha e a altura do resíduo foi maior (A), a aplicação do herbicida aos 40 dias antes do plantio apresentou um maior rendimento de sementes. Já quando o resíduo da pastagem foi menor (B) a maior produção de sementes foi obtida quando o herbicida era aplicado aos 14 dias antes do plantio.

De outra maneira se comportou o rendimento de sementes quando o fertilizante utilizado na linha tinha uma maior quantidade de nitrogênio (27-27-00). Ao ser mantido mais alto o resíduo da pastagem (A), o rendimento de grãos aumentou com um intervalo mais curto entre a aplicação do herbicida e o plantio (14 dias). Porém, quando o resíduo foi mantido mais baixo (B) ocorreu o contrário, os maiores rendimentos foram no período mais longo entre a aplicação do herbicida e o plantio (40 dias).

Os testes de germinação mostraram que a utilização de fertilizantes com mais nitrogênio na adubação de base de sementeiras de arroz, tem um efeito negativo na percentagem de germinação final das sementes. Nos tratamentos com 27-27-00 na base, o percentual de germinação ficou abaixo de 80%, padrão mínimo para comercialização de sementes de arroz irrigado. Com o uso de DAP na adubação de base, os percentuais de germinação ficaram, na maioria, acima de 80% de germinação, portanto podendo ser comercializados como semente.

É provável que um desequilíbrio entre as quantidades de nitrogênio e de fósforo na semente tenham provocado este resultado. Oliveira, 2011, quando avaliou diferentes doses de fósforo na adubação de sementeiras de arroz irrigado, verificou que a percentagem de

¹ Pesquisador Embrapa Pecuária Sul. BR 153 km 633, Caixa Postal 242 – Bagé/RS. Joao-carlos.oliveira@embrapa.br

² Aluno de Mestrado Curso de Agrobiologia – UFSM – Santa Maria/RS

³ Aluno do curso de Agronomia – URCAMP – Bagé/RS

⁴ Aluno do curso de Engenharia Química – UNIPAMPA – Bagé/RS

germinação e o peso de mil sementes aumentaram até as doses entre 60 e 75 kg.ha⁻¹ de P₂O₅.

A quantidade de nitrogênio no interior da semente foi aumentada pelo aumento da quantidade de fertilizante nitrogenado. Isso pode ser verificado pelo aumento na porcentagem de proteína bruta da semente. Quando foi utilizado apenas o DAP na adubação de base, os teores de proteína ficaram ao redor de 9%. Com o uso de maior quantidade de nitrogênio, esses teores passaram a 10%, em média.

Se por um lado há uma melhora na qualidade do grão para a alimentação, pelo aumento da proteína, também há um prejuízo quando se trata da produção de sementes.

Conclusões

O azevém pode ser utilizado como cobertura de uma área de várzea durante o inverno sem prejudicar a lavoura de arroz subsequente. Esta pastagem pode ser utilizada até 14 dias antes do plantio do arroz e não causa danos ao estabelecimento e ao rendimento da lavoura. Isto indica que o plantio direto de arroz sobre uma pastagem de inverno viabiliza a integração lavoura e pecuária.

O excesso de nitrogênio, aplicado no plantio, pode afetar a qualidade das sementes de arroz, diminuindo a sua germinação.

Referências Bibliográficas

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília : Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- CORREIA, S. da L. et al. Estratégias de manejo da palha de azevém para o cultivo de arroz irrigado em sucessão. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, v. 37, p. 512-520, 2013.
- MENEZES, V.G. et al. Semeadura direta de genótipos de arroz irrigado em sucessão a espécies de cobertura de inverno. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 36, n. 9, p. 1107-1115, set. 2001.
- OLIVEIRA, J.C.P. **Produção e qualidade de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) sob diferentes doses de fósforo aplicadas ao solo**. 2011. 53f. Tese (DSc) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- STRECK, E.V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. Porto Alegre, RS; EMATER/RS, 2008. 222p.
- SWAROWSKY, A. et al. Manejo da palha de azevém, da adubação de base e da água de drenagem na produção de arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 393-397, 2004

¹ Pesquisador Embrapa Pecuária Sul. BR 153 km 633, Caixa Postal 242 – Bagé/RS. Joao-carlos.oliveira@embrapa.br

² Aluno de Mestrado Curso de Agrobiologia – UFSM – Santa Maria/RS

³ Aluno do curso de Agronomia – URCAMP – Bagé/RS

⁴ Aluno do curso de Engenharia Química – UNIPAMPA – Bagé/RS

INTERAÇÃO ENTRE FÓSFORO E FERRO E SEUS EFEITOS NO CRESCIMENTO DA PARTE AÉREA E SISTEMA RADICULAR EM CULTIVARES DE ARROZ

Anderson C. R. Marques¹; Miriam S. Tavares²; Fernando T. Nicoloso³; Camila P. Tarouco⁴; Letícia F. Ferigolo⁵; Flávio R. Thewes⁶

Palavras-chave: Toxidez, estresse oxidativo, placa férrica.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é cultivado e consumido em todos os continentes, se destacando pela produção e área de cultivo representativa, desempenhando papel estratégico econômico e social, pois é considerado uma das principais fontes de energia utilizadas na alimentação humana (CONAB, 2013).

No sul do Brasil, o arroz é produzido principalmente no sistema de cultivo irrigado por inundação, sob tal manejo, a baixa taxa difusão de O_2 na lâmina de água determina a formação de camadas distintas quanto a disponibilidade de O_2 no solo. Há uma camada superficial oxidada de alguns milímetros e, abaixo desta, é formado um ambiente com pouco ou nenhum O_2 , em tais situações pode ocorrer a solubilização de grandes quantidades de ferro (Fe) (Ponnamperuma, 1972).

A redução na concentração de O_2 no solo com o alagamento desencadeia uma série de processos bioquímicos na planta, os quais podem estimular a formação de aerênquimas. Em resposta a um fluxo difusivo da atmosfera, o O_2 passa pela parte aérea até chegar à raiz, devido à demanda criada pela atividade respiratória da raiz e pela perda radial de O_2 . Entretanto, o O_2 transportado até a raiz pode, em parte, se difundir para o solo em virtude do gradiente de O_2 criado entre o solo e o interior da raiz (Holzschuh et al., 2010).

Durante os processos de redução química que ocorrem no solo, o Fe oxidado (Fe^{3+}) passa para a forma reduzida (Fe^{2+}), aumentando a sua solubilidade e, por conseguinte, a sua disponibilidade para a planta (Ponnamperuma, 1972). Por outro lado, a liberação de O_2 das raízes para a rizosfera possibilita a oxidação do Fe, gerando novamente a transformação para a forma Fe^{3+} . Essa oxidação resulta na acumulação de Fe na superfície e nas células da epiderme da raiz na forma de oxihidróxidos de Fe pouco cristalinizados, comumente denominada de placa férrica (Chen et al., 2006).

O excesso de Fe disponível no solo promove redução na aquisição de nutrientes como o fósforo (P). Desta forma, grandes quantidades de Fe precipitado nas raízes na forma de placa férrica podem ter efeito sobre a absorção de nutrientes essenciais, possivelmente causando distúrbios nutricionais nas plantas.

Neste contexto, existem mecanismos morfológicos, fisiológicos e bioquímicos para explicar diferenças genotípicas quanto à eficiência e uso do P. Dentre estes, se tem as modificações das características morfofisiológicas do sistema radicular que aumentam a eficiência dos mecanismos de aquisição, absorção e modificam quimicamente a interface solo-raiz.

No entanto, mesmo com a introdução de cultivares modernas com alta capacidade produtiva pelos programas de melhoramento, pouca atenção tem sido dada a busca por características morfo-radulares que estejam associadas a maior capacidade de absorção de nutrientes. Adicionalmente, apesar da existência de trabalhos avaliando o efeito isolado

¹ Doutorando em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, acrmарques@hotmail.com.br.

² Doutoranda em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.

³ Dr. Professor de Fisiologia e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Santa Maria

⁴ Dra. em Fitossanidade, Universidade Federal de Santa Maria.

⁵ Mestranda em Agrobiologia, Universidade Federal de Santa Maria.

⁶ Aluno de graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.

de Fe e P, são poucas as informações sobre os mecanismos resultantes da interação entre esses nutrientes. O objetivo do trabalho é avaliar o efeito da toxidez por Fe no crescimento de cultivares de arroz, e determinar quais as cultivares que apresentariam a melhor resposta ao aumento na disponibilidade de P em interação com Fe para o crescimento radicular e da parte aérea.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no ano de 2015, em casa de vegetação climatizada com temperatura máxima de $\pm 25^{\circ}\text{C}$, localizada no Departamento de Biologia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS. As cultivares de arroz foram selecionadas de acordo com as respostas a toxidez por Fe, sendo essas: IRGA 425 e IRGA 424 (tolerantes), BR IRGA 409 (sensível), IAS 12-9 FORMOSA (não apresenta classificação quanto à resposta a toxidez por Fe).

Inicialmente as sementes foram umedecidas em água destilada permanecendo a 25°C , no escuro, durante 24 horas. As sementes pré-germinadas foram transferidas para vasos plásticos revestidos com papel filtro e parcialmente fechados, sendo irrigadas com água destilada por sete dias. Após este período as plântulas de arroz foram transferidas para o cultivo hidropônico com solução nutritiva para aclimação, em vasos com capacidade de 1,2 litros, sendo colocadas 3 plântulas por vaso.

A solução nutritiva usada foi a desenvolvida pelo IRRRI (Yoshida et al., 1976) para a cultura do arroz. Utilizou-se como fonte de Ferro EDTA-FeSO_4 , as concentrações de Fe foram: 2 mg L^{-1} Fe (Controle) e 200 mg L^{-1} (alta quantidade de Fe). As concentrações de P foram: $2,5\text{ mg L}^{-1}$ P (Controle) e 25 mg L^{-1} (alta quantidade de P), tendo como fonte $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Durante o período de crescimento e desenvolvimento, que se prolongou por 15 dias, corrigiu-se diariamente o pH da solução nutritiva para 5,0, com adição de HCl ou NaOH 0,5 M. As plantas foram aclimatizadas por 5 dias em solução completa, após esse período de aclimação se aplicou os tratamentos e as plantas foram cultivadas por mais 10 dias. Após esse período se determinou: comprimento das raízes; número de ramificações e área foliar utilizando o software WinRhizo Pro 2013, acoplado a um scanner EPSON Expression 11000 equipado com luz adicional (TPU), com definição de 600 dpi para raízes e 200 dpi para área foliar, ainda foram determinados alturas de plantas e número de folhas.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. As variáveis foram analisadas utilizando modelo trifatorial, Dose de P \times Dose de Fe \times Cultivar, quando as interações não foram significativas a discussão foi feita em função das médias dos fatores. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o comprimento radicular das cultivares, se observou que todas apresentaram melhores resultados quando expostas a baixa disponibilidade de Fe, tanto em baixa e alta dose de P, se comparadas as altas doses de Fe. Se considerarmos os tratamentos baixo-P/alto-Fe e alto-P/alto-Fe foram observadas reduções de 70,86 e 61,91%, 67,90 e 77,05%, 68,37 e 69,25%, 53,56 e 71,58%, para as cultivares IRGA 425, IRGA 424, BR IRGA 409 e IAS 12-9 Formosa, respectivamente. Também se observou redução do número de ramificações para as cultivares IRGA 425, IRGA 424, BR IRGA 409 e IAS 12-9 Formosa, quando submetidas aos tratamentos baixo-P/alto-Fe e alto-P/alto-Fe, com reduções de 76,00 e 63,59%, 77,68 e 80,79%, 77,51 e 75,93%, 61,72 e 74,70%, respectivamente.

Considerando a cultivar IRGA 425 em baixa disponibilidade de Fe, baixo-P/baixo-Fe e alto-P/baixo-Fe, verificou-se reduções no comprimento radicular 16,45% e número de ramificações 20,40%. Em contrapartida, a cultivar IRGA 424 apresentou um aumento no comprimento radicular 24,03% e número de ramificações 21,05%.

Quando se aumentou as doses de ferro não ocorreu diferenças significativas em relação

ao comprimento radicular entre as cultivares IRGA 425, IRGA 424 e IAS 12-9 FORMOSA, com (134,8, 142,1 e 101,5 cm), respectivamente. Contudo os menores comprimentos foram obtidos pela BR IRGA 409 com 84,4 cm.

Tabela 1: Comprimento radicular (cm) e ramificações das cultivares IRGA 425, IRGA 424 , BR IRGA 409 e Formosa, submetidas a diferentes doses de fósforo e ferro.

Dose de P (mg L ⁻¹)	IRGA 425		IRGA 424		BR IRGA 409		IAS 12-9 Formosa	
Doses de Fe (mg L ⁻¹)								
Comprimento radicular (cm)								
	2	200	2	200	2	200	2	200
2,5	462,6 ^{Aaa}	134,8 ^{Abc}	442,7 ^{Baa}	142,1 ^{Abc}	266,9 ^{Aaβ}	84,4 ^{Abβ}	218,6 ^{Aaβ}	101,5 ^{Abc}
25	386,5 ^{Baβa}	147,2 ^{Abc}	549,1 ^{Aaa}	126,0 ^{Abc}	322,0 ^{Aaβa}	99,0 ^{Abc}	274,9 ^{Aaβ}	79,4 ^{Abc}
Ramificações								
2,5	1.842,0 ^{Aaa}	442,0 ^{Abc}	1.747,5 ^{Baa}	390,0 ^{Abc}	1.012,0 ^{Aaβ}	227,5 ^{Abc}	789,0 ^{Aaβ}	302,0 ^{Abc}
25	1.466,2 ^{Baβ}	533,7 ^{Abc}	2.115,5 ^{Aaa}	406,2 ^{Abc}	1.263,2 ^{Aaβ}	304,0 ^{Abc}	871,7 ^{Aaβ}	220,5 ^{Abc}

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, letras gregas compararam cultivares em cada tratamento.

Comparando as cultivares quando expostas as condições alto-P/baixo-Fe, percebe-se a cultivar tolerante IRGA 424 apresentou maior comprimento e número de ramificações com (549,1 cm e 2.115,5 planta⁻¹), enquanto que os menores resultados foram obtidos pela IAS 12-9 Formosa (274,9 cm e 871,7 planta⁻¹), respectivamente.

Os resultados encontrados corroboram com os resultados encontrados por Zheng et al., (2010), onde verificaram que a deficiência de P na fase jovem resultou em um aumento significativo no comprimento de raiz. Contudo os mesmos verificaram que em condições deficientes de P, a absorção de Fe foi promovido de forma significativa, uma vez que a concentração na parte área e raiz das cultivares de arroz foram 2,1 e 1,8 vezes maior que aquelas cultivadas na presença de Fe e P.

Se observa que quando a cultivar BR IRGA 409 foi submetida a doses elevadas de Fe combinada com a menor de P, a cultivar apresentou uma redução no comprimento radicular em relação as cultivares tolerantes, entretanto ao aumentar as doses de P, a mesma apresentou comportamento semelhante as demais cultivares, possivelmente ocorreu um aumento na absorção de P e, conseqüentemente favoreceu crescimento radicular.

Tabela 2: Altura de plantas (cm) das cultivares IRGA 425, IRGA 424 , BR IRGA 409 e Formosa, submetidas a diferentes doses de fósforo e ferro.

Dose de Fe (mg L ⁻¹)	IRGA 425	IRGA 424	BR IRGA 409	IAS 12-9 Formosa
2	18,6aB	19,1aB	23,4aA	18,2aB
200	16,6aA	16,0bA	17,9bA	16,7aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para a altura da parte aérea (Tabela 2), verificou-se que as cultivares IRGA 425 e IAS 12-9 Formosa não apresentara diferenças significativas nas condições de baixo-Fe, alto-Fe, em contrapartida as cultivares IRGA 424 e 409 apresentaram valores reduzidos nas condições de alto-Fe, ocorrendo reduções de 16,26 e 23,52%, respectivamente.

Comparando as cultivares entre si nas condições citadas acima, percebe-se que em Fe (controle) a cultivar BR IRGA 409 apresentou maior estatura (23,4 cm), quando comparada as demais cultivares. Em relação as condições alto-Fe as cultivares não apresentaram diferenças significativas. A presença de alto-Fe reduziu a número de folhas e a área foliar de todas as cultivares (6,80 e 26,66%), respectivamente (Tabela 3). Analisando as cultivares percebe-se que IAS12-9 Formosa apresentou menor número de folhas (2,6

planta⁻¹) e área foliar (5,8 cm²).

Tabela 3: Número de folhas e área foliar das cultivares IRGA 425, IRGA 424, BR IRGA 409 e IAS 12-9 Formosa, submetida a diferentes doses de fósforo e ferro.

Número de folhas		Área Foliar (cm ²)	
Dose de Fe (mg L ⁻¹)		Dose de Fe (mg L ⁻¹)	
2	2,9a	2	10,5A
200	2,7b	200	7,7B
Cultivares		Cultivares	
IAS 12-9Formosa	2,6b	IAS 12-9 Formosa	5,8C
424	2,9ab	424	10,2B
425	2,8ab	425	11,3A
409	3,0a	409	9,1A

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

A cultivar sensível BR IRGA 409 aumentou o comprimento radicular com o incremento nas doses de P em condições de toxidez Fe.

Em baixa disponibilidade de Fe e P as cultivares tolerantes, IRGA 424 e 425, apresentaram melhores adaptações morfo-radicales.

As cultivares IRGA 424, IRGA 425 e BR IRGA 409 apresentaram a melhor área foliar e maior número de folhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHEN, F. R. et al. Response of rice (*Oryza sativa*) with root surface iron plaque under aluminum stress. **Annals of Botany**. v. 98, p. 389-395, 2006.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo primeiro levantamento**, agosto 2013, Brasília: Conab, 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_09_10_16_05_53_bole-tim_portugues_setembro_2013.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2015.

HOLZSCHUH, M. J. et al. Avaliação da porosidade e placa férrica de raízes de arroz cultivado em hipoxia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 34, p. 1763-1769, 2010.

PONNAMPERUMA F.N. The chemistry of submerged soils. **Advances in Agronomy**, v. 24, p. 29-96, 1972.

YOSHIDA, S. et al. **Laboratory manual for physiological studies of rice**. Philippines: IRRI; 1976. 83 p.

ZHENG, L. et al. Identification of a novel iron regulated basic helix-loop-helix protein involved in Fe homeostasis in *Oryza sativa*. **BMC Plant Biology**. v. 10, p. 1-9, 2010.

NITRATO E AMÔNIO NO SOLO: EFEITOS NA EFICIÊNCIA AGRONÔMICA E NA PRODUTIVIDADE DE ARROZ IRRIGADO TROPICAL

Mellissa Ananias Soler da Silva¹; Alberto Baêta dos Santos²; Beáta Emöke Madari³; Gustavo de Melo Oliveira Gonçalves⁴; Pedro Henrique Pereira Caetano⁵; Yoná Serpa Mascarenhas⁶

Palavras-chave: sustentabilidade, nitrogênio, BRS-Catiana.

INTRODUÇÃO

O nitrogênio (N) é o nutriente essencial mais importante para todos os organismos vivos na Terra e, está presente em um sem número de moléculas orgânicas complexas, tendo papel extremamente importante em suas atividades (Li, Wang e Stewart, 2013). É também um dos elementos que mais limitam a produtividade do arroz irrigado em solos de várzea no Brasil (Fageria e Baligar, 2001). Mundialmente, a cultura do arroz inundado consome, aproximadamente, 8-9 milhões de toneladas de fertilizantes nitrogenados minerais ou, em cálculos rápidos, cerca de 10% da produção global desse fertilizante (Bouman *et al.*, 2007). Considerando-se que a cultura do arroz recupera, em geral, entre 30-40% do nitrogênio sintético aplicado (Dobermann *et al.*, 2001), cerca de 60-70% ficariam no ambiente, distribuídos entre perdas por volatilização, imobilização, lixiviação e desnitrificação (Fageria e Baligar, 2001), o que poderia causar sérios danos como eutrofização dos corpos d'água e contaminação do ar, além é claro, dos efeitos na mudança do clima pelo aquecimento global causado, entre outros, pelas emissões de óxido nitroso (N₂O) oriundos das reações de desnitrificação. De acordo com Fageria e Stone (2003), a eficiência do uso de nitrogênio (EA_N) pode ser expressa como a relação entre a produtividade obtida e o volume de insumo aplicado. As elevadas doses aplicadas em algumas regiões têm diminuído a EA_N (Chen *et al.*, 2015), o que tem tornado as lavouras menos sustentáveis econômica e ambientalmente.

Mais de 90% do N no solo está na forma orgânica (Li, Wang e Stewart, 2013). Segundo Fageria e Stone (2003), as plantas de arroz podem absorver o N tanto na forma de nitrato como de amônio, sendo que a forma absorvida é determinada, principalmente, pela quantidade e acesso a cada forma disponível. Esses autores citam ainda que em condições anaeróbicas, a forma NH₄⁺ apresenta-se em maior quantidade, tem a taxa de absorção de 5 a 20 vezes maior que a forma NO₃⁻ e, que para assimilação de NH₄⁺ a energia necessária é igual a 5 ATP (adenosina Trifosfato) mol⁻¹, enquanto que para assimilação de NO₃⁻, as plantas precisam dispende 20 ATP mol⁻¹ e, ainda que essa economia de energia no consumo de NH₄⁺ permite maior produção de massa seca pelas plantas.

Com esse trabalho objetivou-se estudar o efeito de doses e fontes de fertilizantes nitrogenados na disponibilidade de nitrato e amônio para as plantas e, os efeitos dessas formas de N na eficiência agronômica do uso do nitrogênio e na produtividade do arroz irrigado tropical.

MATERIAL E MÉTODOS

¹ Pesquisadora, Dra, Embrapa Arroz e Feijão, Rod. GO-462, km 12, Fazenda Capivara, Zona Rural, Caixa Postal: 179, Santo Antônio de Goiás, CEP 75375-000, e-mail. mellissa.soler@embrapa.br

² Pesquisador, Dr, Embrapa Arroz e Feijão.

³ Pesquisadora, Dra, Embrapa Arroz e Feijão.

⁴ Mestrando em Agronomia – Solo e Água, PPGA/UFG. Bolsista Capes.

⁵ Graduando do curso de Agronomia. EA/UFG.

⁶ Doutoranda em Agronomia – Solo e Água, PPGA/UFG. Bolsista Capes.

O estudo foi realizado em campo, na Fazenda Palmital, Estação Experimental da Embrapa Arroz e Feijão, no município de Goianira, GO, entre as coordenadas 16° 26' 14" latitude S, 49° 23' 50" longitude W e altitude de 720 m. O clima predominante na região é o tropical sub-quente, com duas estações bem definidas, uma chuvosa (outubro - abril) e outra seca (maio - setembro), de acordo com IBGE (1978). A temperatura média anual é de 22,6°C (Oliveira e Rodrigues, 2012) e precipitação média anual de 1.485 mm. O estudo foi conduzido em um Gleissolo Háptico textura média – média/arenosa (Oliveira & Rodrigues, 2012), sob cultivo de arroz irrigado por inundação em sistema convencional há, aproximadamente, 40 anos.

As amostras foram coletadas na safra 2014/15, em cultivo de arroz irrigado por inundação. A cultivar utilizada foi a BRS Catiana, de ciclo médio, classe longo fino, altura média de 102 cm e, produtividade média de 7000 kg ha⁻¹. A semeadura ocorreu em 22/10/2014. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Avaliaram-se duas fontes de nitrogênio (ureia comum (UC) e ureia com inibidor de urease (UI)), três doses de N (30, 70, 150 kg ha⁻¹) aplicadas em duas coberturas (26/11/14 e 28/01/14), e a testemunha absoluta (controle), sem aplicação alguma de N. As amostras de solo foram coletadas na camada de 0-0,10 m, semanalmente, para determinação de nitrato (NO₃⁻) e amônio (NH₄⁺), da semeadura até a inundação das parcelas, e a partir da entrada de água foram coletadas amostras de solução do solo mantendo-se a mesma frequência de amostragem. Após a colheita, as parcelas ainda permaneceram com teor de água acima da saturação, e com impossibilidade de drenagem, devido a ocorrência de chuvas, impedindo a amostragem do solo, assim a amostragem da solução do solo foi continuada. A obtenção dessa solução foi realizada por meio de extratores de solução do solo em polivinilclorado (PVC) de 0,60 m, e ponta cerâmica de 1 bar, que foram instalados a 0,15 m de profundidade no solo. Imediatamente após a coletas, as amostras, foram transferidas para o Laboratório de Análise Agroambiental da Embrapa Arroz e Feijão. Foram pesados 20 g de solo, adicionados 60 mL de solução KCl 1mol L⁻¹, seguido de agitação por 60 minutos. A extração foi seguida por determinação pelo método de Análise de Injeção de Fluxo - FIA (Ocean Optics, USA). As amostras de solução do solo foram acidificadas com HCl 2M para preservação e posterior determinação de NO₃⁻ e NH₄⁺ pelo método FIA. A eficiência agrônômica do uso de nitrogênio (EA) foi calculada conforme Fageria et al. (1997). A produtividade foi calculada considerando-se 6 linhas de 2,5m de comprimento, espaçadas de 0,17 m, em cada parcela avaliada. Na análise estatística adotada foi utilizado teste de médias (Tukey, P<0,05) para comparar os efeitos das fontes e, considerou-se o modelo linear misto (lme) para estimar as relações entre as variáveis analisadas no solo e as variáveis medidas nas plantas e, as doses de nutrientes utilizadas, via método da verossimilhança (ML), considerando o efeito aleatório de blocos e, os preditores como efeitos fixos. Para selecionar o modelo de resposta mais apropriado utilizou-se o critério “backward”, no qual os preditores com maior valor de p (p<0,10) foram progressivamente excluídos. As análises foram realizadas usando-se os pacotes nlme, MuMIn, RcmdrMisc, do software R (Team, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada diferença estatística significativa (Tabela 1) entre as fontes de fertilizantes nitrogenados para o teor acumulado de nitrato (TNO3) para as plantas (solo e solução), apenas entre essas e o controle, que apresentou o menor valor. O tratamento ureia comum (UC) apresentou diferenças estatísticas significativas para o teor de amônio acumulado (TNH4), tendo o maior teor observado neste tratamento (230,03 mg dm⁻³), seguido pelo tratamento de ureia com inibidor de urease (UI) (216,86 mg dm⁻³), e pelo controle (115,43 mg dm⁻³). De acordo com Li et. al. (2013), as preferências das plantas por nitrato ou amônio dependem de fatores internos, tais como espécie, cultivar, estágio de crescimento. Na produtividade do arroz irrigado tropical (Tabela 1) verificou-se que UI promoveu maior produtividade de grãos (7113,6 kg ha⁻¹), que UC (6888,2 kg ha⁻¹) e o controle (4647,0 kg ha⁻¹), com diferença estatística significativa entre UI e os demais

tratamentos, e com incremento na produtividade em razão do aumento da dose de fertilizante utilizado, especialmente até 70 kg ha⁻¹ de N (Tabela 1). Segundo Li et. al. (2013), pode haver toxicidade produzida pela nutrição com NH₄⁺ que, muitas vezes pode ser caracterizada por uma restrição imediata no crescimento, lesões no caule, declínio da área foliar, redução da biomassa total e, finalmente a morte da planta. Essa informação pode explicar os resultados de menor produtividade encontrados para o tratamento com ureia comum, em que se observou maior teor de NH₄⁺ acumulado disponível para as plantas (Figura 1), com o aumento das doses, até a inundação do solo (Figura 2).

Não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre as doses de 70 e 150 kg ha⁻¹ N dentro dos tratamentos, para a produtividade (Figura 1). Por outro lado, o tratamento UI foi o que apresentou maior eficiência agrônômica para o fertilizante nitrogenado (EA_N) (Tabela 1), e a eficiência diminuiu com o incremento das doses, independentemente da fonte utilizada.

Tabela 1. Teores acumulados totais de amônio (NH₄⁺) e nitrato (NO₃⁻), no solo e solução, eficiência agrônômica do fertilizante mineral nitrogenado e produtividade de grãos de arroz irrigado tropical BRS Catiana. Safra 2014/2015

Fonte	NH ₄ ⁺ acumulado (mg dm ⁻³)	NO ₃ ⁻ acumulado (mg dm ⁻³)	Eficiência agrônômica (kg ha ⁻¹)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Control e	115,43 c	316,07 b	-	4647 c
UC	230,03 a	400,83 a	31,65 b	6888,2 b
UI	216,86 b	395,41 a	38,85 a	7103,6 a

Análises de regressão				
Prod = 3732,6+77,8N***-0,35N ² ***				R ² (m)=0,36 R ² (c)=0,59
UC	NH4 ac = 136,86+1,37N***-0,003N ² *			R ² (m)=0,63 R ² (c)=0,66
	EA = 136,51-2,48N***+0,01N ² ***			R ² (m)=0,44 R ² (c)=0,44
UI	Prod = 4962,2+53,1N***-0,24N ² ***			R ² (m)=0,28 R ² (c)=0,44
	NH4 ac = 396,7-5,49N+0,03N ² *			R ² (m)=0,34 R ² (c)=0,36

:significativo com p<0,05; *:significativo com p<0,001. R²(m): variação explicada pelos fatores fixos; R²(c): variação explicada pelos fatores fixos+aleatórios. UC: Ureia comum; UI: Ureia com inibidor de urease

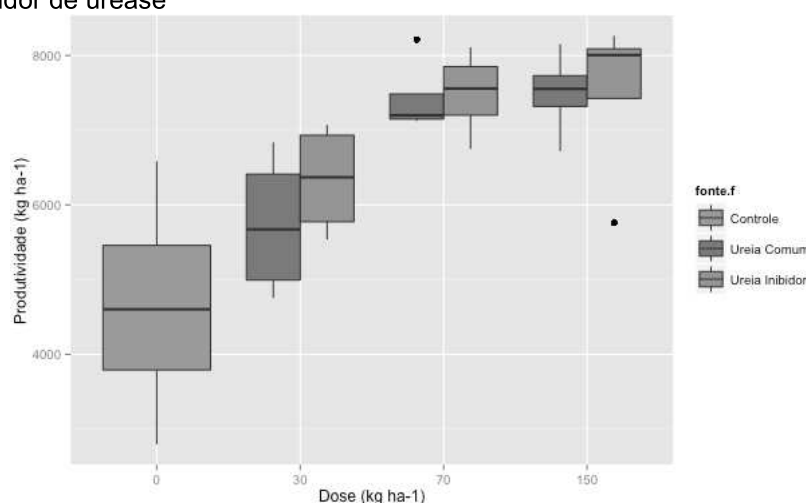


Figura 1. Produtividade de grãos de arroz em função de fontes e doses de fertilizante mineral nitrogenado aplicado, safra 2014/15

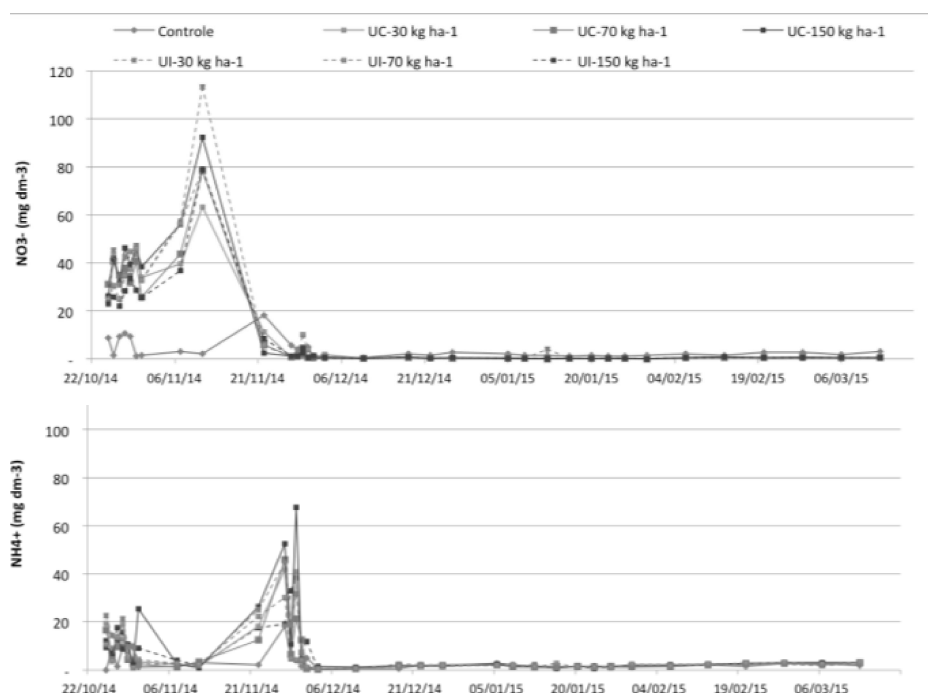


Figura 2. Dinâmica de liberação de nitrato e amônio ao longo do tempo em arroz irrigado tropical (BRS Catiana), safra 2014/15

CONCLUSÕES

A ureia comum propicia maior teor de amônio disponível para as plantas ao longo do tempo.

A fonte de fertilizante mineral nitrogenado com inibidor de urease proporciona maior produtividade de grãos de arroz irrigado, com melhor eficiência agrônômica.

A produtividade de grãos de arroz irrigado não difere com a aplicação das doses de 70 e 150 kg ha⁻¹ de N, independentemente da fonte utilizada.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Embrapa, ao CNPq, a CAPES e a Fertilizantes Heringer pelo apoio técnico e financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOUMAN, B. A. M. et al. Rice and Water. In: Donald, L. S. (Ed.). **Advances in Agronomy**: Academic Press, v. Volume 92, 2007. p.187-237. ISBN 0065-2113.
- CHEN, G. ET AL. Do high nitrogen use efficiency rice cultivars reduce nitrogen losses from paddy fields? **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Available online 17 March 2015 2015. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2015.03.003> >.
- DOBERMANN, A. et al. Site-specific nutrient management for intensive rice cropping systems in Asia. **Field Crops Research**, v. 74, n. 1, p. 37-66, 2001.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Lowland rice response to nitrogen fertilization. **Communications in Soil Science and Planta Analysis**, v. 32, n. 9/10, p. 1405-1429, 2001.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. A. **Growth and mineral nutrition of field crops**. 2. New York: Marcel Dekker, 1997. 624.
- FAGERIA, N. K.; STONE, L. F. Manejo do Nitrogênio. In: (Ed.). **Manejo da fertilidade do solo para o arroz irrigado**. 1. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. cap. 3, p.51-94.
- IBGE. **Mapa Brasil Climas**. Ambientais, D. d. R. N. e. E. Rio de Janeiro: Ministério do planejamento, orçamento e gestão; Diretoria de Geociências 1978.
- LI, S. X.; WANG, Z. H.; STEWART, B. A. Chapter Five – Responses of Crop Plants to Ammonium and Nitrate N. v. 118, p. 205–397, 2013 2013. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-405942-9.00005-0> >.
- OLIVEIRA, V. A.; RODRIGUES, C. **Levantamento detalhado dos solos da fazenda Palmital, município de Goianira - GO**. Viasat. Goiânia, p.81. 2012
- TEAM, R. C. R. **A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2013.

NITROGÊNIO MINERAL DO SOLO E PRODUTIVIDADE DO ARROZ DE TERRAS ALTAS AFETADO POR PLANTAS DE COBERTURA

Adriano Stephan Nascente¹; Mábio Chrisley Lacerda²; Anna Cristina Lanna³

Palavras-chave: *Oryza sativa*, *Brachiaria ruziziensis*, *Pennisetum glaucum*, *Crotalaria spectabilis*

INTRODUÇÃO

O sistema plantio direto (SPD), devido ao uso de plantas de cobertura proporciona uma série de benefícios como o aumento da atividade biológica do solo, redução da erosão e maior ciclagem de nutrientes (NASCENTE et al., 2014). No solo, o N-NO_3^- e o N-NH_4^+ são as principais formas de nitrogênio (N) disponíveis às plantas e, em solos aeróbicos ocorre a predominância de nitrato em relação ao amônio (FAGERIA, 2009). A maioria das plantas absorve indistintamente nitrato e amônio (MALAVOLTA, 1980), entretanto, plantas de arroz de terras altas, nos estádios iniciais de seu desenvolvimento, apresentam baixa capacidade em absorver, armazenar e/ou metabolizar o N na forma de nitrato (ALI et al., 2007).

A utilização de plantas de cobertura pode alterar essa relação entre as formas de N, proporcionando maiores quantidades de amônio no solo, podendo viabilizar o desenvolvimento de culturas que absorvem mais e preferem essa forma de N, como o arroz (MALAVOLTA, 1980; HOLZSCHUH et al., 2009). Alternativas para o cultivo de plantas de cobertura são milheto, já bastante utilizado, em safrinha, para a produção de palha no SPD e que proporciona resultados promissores para a cultura do arroz (Nascente et al., 2013) e as braquiárias pela elevada produção de biomassa seca (NASCENTE; CRUSCIOL, 2012). Por outro lado, o uso de leguminosas pode incrementar os teores de nutrientes no solo, principalmente o nitrogênio, via fixação biológica (FAGERIA, 2009).

Dessa forma, objetivou-se determinar o efeito de plantas de cobertura sobre as formas minerais de N no solo, componentes de produção e produtividade de grãos do arroz de terras altas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda Capivara, localizada no município de Santo Antônio de Goiás, GO, a 16°28'00" S e 49°17'00" W, e 823 m de altitude. O clima da região é tropical de savana, sendo considerado do tipo Aw segundo a classificação de Köppen. Há duas estações bem definidas, normalmente seco de maio a setembro (outono / inverno) e chuvoso de outubro a abril (primavera / verão).

O experimento foi conduzido em área irrigada por pivô-central manejada sob SPD há três anos, sendo cultivada com feijão-comum na última safra de verão. O solo é classificado como Latossolo Vermelho ácrico.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com oito repetições. Os tratamentos foram compostos por quatro coberturas vegetais [1. Milheto (*Pennisetum glaucum*), 2. Milheto + crotalária (*Crotalaria spectabilis*), 3. Milheto + *Brachiaria ruziziensis*, e 4. Milheto + crotalária + *B. ruziziensis*]. As parcelas tinham a dimensão de 3,5 m (10 linhas) x 8 m de comprimento. A área útil da parcela foi composta pelas oito linhas centrais de arroz desprezando-se 0,50 m de cada lado.

As plantas de cobertura foram semeadas no mês de agosto de 2013, sem a utilização

¹ Dr. Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, Km 12, Fazenda Capivara, Zona Rural Caixa Postal: 179 CEP: 75375-000 - Santo Antônio de Goiás – GO, adriano.nascente@embrapa.br

² Dr. Embrapa Arroz e Feijão.

³ Dr. Embrapa Arroz e Feijão.

de adubo. Foi utilizado o espaçamento de 0,20 m entrelinhas na profundidade de 2 cm com a utilização de 20 kg ha⁻¹ de sementes de milho. Nos tratamentos em consórcio, foram utilizados 10 kg ha⁻¹ de milho + 10 kg ha⁻¹ de sementes da outra espécie vegetal (*B. ruziziensis* ou crotalária) com valor cultural de 30% misturadas na caixa de distribuição de sementes. As plantas de cobertura foram dessecadas 15 dias antes da semeadura do arroz com aplicação de glifosato (1,8 kg ha⁻¹ de equivalente ácido).

A semeadura da linhagem mutante 07SEQCL441 CL, derivada da cultivar Primavera, que possui um gene de resistência ao herbicida Imazapir + Imazapique (Kifix), foi realizada mecanicamente no dia 14 de novembro de 2013, com a emergência ocorrendo cinco dias após a semeadura. O espaçamento utilizado foi de 0,35 m com 80 sementes viáveis por metro. A adubação de semeadura foi calculada com base na análise do solo. Um dia antes da semeadura do arroz foi feita a adubação nitrogenada antecipada de cobertura com 100 kg ha⁻¹ de N (ureia). Os tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações da cultura.

As amostragens de solo para determinação dos teores de N mineral (N-NH₄⁺ e N-NO₃⁻) foram efetuadas com trado calador, na camada de 0-10 cm aos 0, 7, 14, 21 e 28 dias após a semeadura do arroz. Assim foram coletadas oito subamostras (quatro na linha e quatro nas entrelinhas) para cada amostra composta em cada parcela, que foi acondicionada em sacos plásticos e mantida em caixa de isopor com gelo, para ser levada ao laboratório para análise no mesmo dia. As determinações de amônio e nitrato foram realizadas por espectrofotometria acoplada ao sistema FIA ("Flow Injection Analysis") seguindo metodologia utilizada por Nascente et al. (2012).

A colheita do arroz foi feita após maturação fisiológica (20/03/14), manualmente na área útil de cada parcela. As plantas foram trilhadas e os grãos secos até atingir a umidade de 13%. Para avaliar os componentes da produção foram coletadas 10 panículas ao acaso em cada parcela e levadas ao laboratório para avaliação (contagem de número de grãos por panículas, número de grãos cheios, número de grãos vazios e massa de grãos).

Com os dados realizou-se a análise de variância. Nas variáveis qualitativas realizou-se o teste comparativo de médias Tukey para p < 0,05 e nas variáveis quantitativas realizou-se análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de cobertura não afetaram os teores de amônio e nitrato do solo (Tabela 1), provavelmente por que em todos os tratamentos tinha-se a planta de cobertura milho, que proporcionou resultados semelhantes em todos os tratamentos. Após as primeiras semanas da semeadura do arroz de terras altas, constatou-se redução tanto nos teores de amônio quanto de nitrato nos solos (Figura 1). Para o amônio, é provável que essa redução no teor foi devida ao ambiente aeróbico do solo nesse tipo de sistema de produção e, consequentemente, oxidação a nitrato e/ou volatilização. Para o nitrato, a redução foi, em parte, devido à absorção desse nutriente pelas raízes das plantas de arroz de terras altas (MALAVOLTA, 1980; FAGERIA et al., 2011) e, em parte, devido à lixiviação em função da precipitação pluvial ocorrida na área experimental. O nitrato é facilmente lixiviável principalmente quando ocorrem altas precipitações pluviais (CRUSCIOL et al., 2011; FAGERIA et al., 2011).

As misturas de plantas de cobertura não afetaram a altura de plantas, número de perfilhos, componentes de produção e produtividade do arroz de terras altas (Tabela 2). Esses resultados podem ser indicativo de que o milho (presente em todos os tratamentos) é planta de cobertura que proporciona alterações no solo que favorecem o desenvolvimento do arroz e sua mistura com crotalária ou *B. ruziziensis* não afeta o seu desempenho. Também Pacheco et al. (2011), Crusciol et al. (2011), Moro et al. (2013) e Nascente et al. (2013) obtiveram melhores resultados sobre palha de milho como planta de cobertura na produção de grãos do arroz de terras altas. Os autores explicaram que isso ocorreu porque o milho tem rápida degradação e liberação de nutrientes para as plantas de arroz.

Tabela 1. Teores de amônio e nitrato no solo afetados pelas plantas de cobertura e pelos dias após a semeadura do arroz (DAS). Santo Antônio de Goiás, Safra 2013/2014

Plantas de cobertura	Amônio (mg kg ⁻¹)	Nitrato (mg kg ⁻¹)
Milheto (M)	5,80	5,38
M + Crotalária (C)	4,69	6,26
M + <i>B. ruzizensis</i> (R)	3,98	4,72
M+C+R	4,41	5,74

Fatores	ANOVA (Probabilidade do teste F)	
Cobertura (COB)	0,2304	0,1268
DAS	<0,001	<0,001
COB x DAS	0,4781	0,5134
CV (%)	25,98	31,69

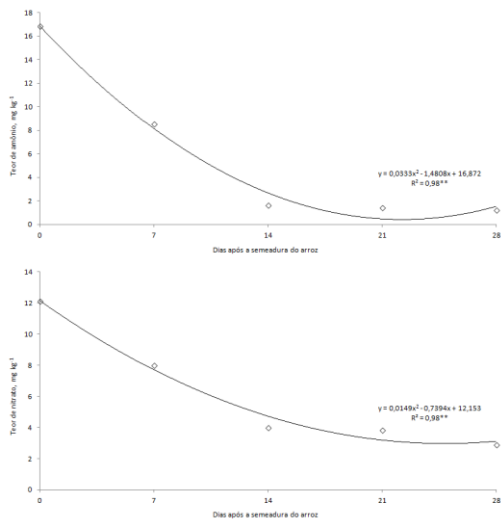


Figura 1. Teores de amônio e nitrato no solo afetados pelos dias após a semeadura do arroz de terras altas. Santo Antônio de Goiás, safra 2013/2014.

Tabela 2. Altura de plantas, número de perfilhos, número de panículas e produtividade de grãos (PROD) do arroz de terras altas afetados por plantas de cobertura. Santo Antônio de Goiás, Safra 2013/2014

Plantas de cobertura	Altura cm	Perfilhos número	Panículas n. m ⁻²	PROD kg ha ⁻¹
Milheto (M)	74	246	236	3084
M + Crotalária (C)	78	224	218	3049
M + Ruzizensis (R)	73	182	178	3114
M+C+R	75	234	214	3093

Fatores	ANOVA (Probabilidade do teste F)			
Cobertura	0,3037	0,2839	0,1553	0,5745
CV (%)	5,98	31,69	30,76	26,11

CONCLUSÃO

1. As plantas de cobertura milheto, milheto + crotalária, milheto + *Brachiaria ruziziensis* e milheto + *Brachiaria ruziziensis* + crotalária proporcionam resultados semelhantes para os teores de amônio e nitrato no solo, altura de plantas, número de perfilhos, número de panículas e produtividade de grãos do arroz de terras altas cultivado no sistema plantio direto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALI, A. et al. Effect of nitrate, nitrite, glutamate, glutamine and 2-oxoglutarate on RNA, levels and enzyme activities of nitrate reductase in rice. **Physiology and molecular biology of plants**, Heidelberg, Germany v.13, n.1, p.17-25, 2007.
- CRUSCIOL, C.A.C. Nitrate role in basic cation leaching under no-till. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 35, N. 6, p. 1975-1984, 2011.
- FAGERIA, N. K. (Ed.). **The use of nutrients in crops plants**. Boca Raton, FL: CRC Press, 2009.
- FAGERIA, N. K. et al. Yield and yield components of upland rice as influenced by nitrogen sources. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, PA, v. 34, p. 361-370, 2011.
- HOLZSCHUH, M. J. et al. Rice growth as affected by combined ammonium and nitrate supply. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 33, n. 5, p. 1323-1331, 2009.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.
- MORO, E. et al. Upland Rice under no-tillage preceded by crops for soil cover and nitrogen fertilization. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 37, n. 6, p. 1669-1677, 2013.
- NASCENTE, A.S. et al. The no-tillage system and cover crops Alternatives to increase upland rice yields. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 45, p. 124-131, 2013.
- NASCENTE, A. S.; CRUSCIOL, C.A.C. Cover crops and herbicide timing management on soybean yield under no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 2, p. 187-192, 2012.
- NASCENTE, A. S. et al. Ammonium and nitrate in soil and upland rice yield as affected by cover crops and their desiccation time. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 12, p. 1699-1706, 2012.
- NASCENTE, A. S. et al. Straw degradation and nitrogen release from cover crops under no-tillage. **Revista Caatinga**, Mossoró, RN, v. 27, n. 2, p. 166-175, 2014.
- PACHECO, L. P. et al. Produção e ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura nas culturas de arroz de terras altas e de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 35, n. 6, p. 1787-1800, 2011.

NODULAÇÃO E RENDIMENTO DE SOJA SOB ESTRESSE HÍDRICO NO AGROECOSSISTEMA TERRAS BAIXAS

Maria Laura Turino Mattos¹, Ana Claudia Barneche de Oliveira², Walkyria Bueno Scivittaro², Liane Aldrichi Galarz³, Edegar Thomas Maldaner⁴

Palavras-chave: inoculantes, estirpes, fixação biológica, nitrogênio, solo hidromórfico

INTRODUÇÃO

A cultura da soja ocupa lugar de importância no Bioma Pampa onde, em terras baixas (TB), coexistem diversos agroecossistemas, destacando-se o cultivo de arroz irrigado por inundação em aproximadamente um milhão de hectares. A rotação de culturas ao arroz é prática recomendada pela pesquisa em TB, sendo a soja umas das espécies alternativas utilizadas no verão. Apesar de ser cultivada em quase todo o Estado, verificou-se, recentemente, expressiva expansão da soja na metade sul do Rio Grande do Sul (RS), onde a área semeada, na safra 2013/14, foi de 302.579 hectares e a produtividade média de 2.046,0 kg ha⁻¹ (IRGA, 2014). Entre os fatores limitantes para o cultivo de soja em TB, destacamos a drenagem natural deficiente dos solos, motivada pelo relevo predominantemente plano, e a ocorrência de frequentes períodos de estiagem, provocando alternância entre o excesso e o déficit de umidade do solo. Dessa forma, novos desafios surgem para a pesquisa, havendo necessidade de resposta há interação genótipo de soja adaptado ao ambiente e estirpes de rizóbios efetivas na fixação biológica de nitrogênio (FBN). As estirpes SEMIA 5080 e 5019 sobreviveram e mostraram nodulações efetivas para soja cultivar BRS 246 quando expostas às condições de saturação do solo em TB e a estresses hídricos e térmicos (MATTOS; OLIVEIRA, 2014). Além disso, com frequência surgem dúvidas sobre a capacidade da simbiose de atender às demandas de cultivares mais produtivas, bem como sobre a necessidade de reinocular a soja (HUNGRIA, et al., 2007). A FBN da soja em TB engloba também a avaliação de novos inoculantes e insumos biológicos disponibilizados em ampla escala para esse agronegócio, bem como de tecnologias de inoculação no sulco e em pulverizações desenvolvidas para o atendimento de demandas específicas de produtores em outros Biomas e que precisam ser avaliadas em TB. Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi verificar a nodulação e o rendimento da soja sob estresse hídrico no agroecossistema terras baixas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em área de cultivo de arroz irrigado por inundação, na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS, na safra agrícola 2013/14, num Planossolo Háplico, com as seguintes características: argila (16,5%), pH (5,7); matéria orgânica (1,0%) g dm⁻³; fósforo (14,2 mg dm⁻³); potássio (40,5 mg dm⁻³). Onze tratamentos foram avaliados no delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições: (T1) testemunha [ausência de fertilizante nitrogenado e inoculante]; (T2) controle com N-mineral [200 kg de N ha⁻¹, sendo 50% no plantio e 50% na floração, tendo como fonte a uréia]; (T3) inoculação da semente (IS) com produto comercial (PC) turfoso (*Bradyrhizobium japonicum*, SEMIA 5079 + SEMIA 5080 – 5,5 x 10⁹ UFC g⁻¹ – 80 g 50 kg⁻¹ sementes); (T4) IS com PC turfoso (*B. elkanii*, SEMIA 587 + SEMIA 5019 – 5,5 x 10⁹ UFC mL⁻¹ – 200 g 50 kg⁻¹ sementes) + aditivo protetor bacteriano (APB) (300 mL); (T5) IS com PC líquido (*B. japonicum*, SEMIA 5079 + SEMIA 5080 – 7,0 x 10⁹ UFC mL⁻¹ – 100 mL 50

¹Eng. Agr., Doutor., Pesquisador, Embrapa Clima Temperado, BR 392, km 78, 96010-971, Pelotas, RS, maria.laura@embrapa.br

²Eng. Agr., Doutor., Pesquisador da Embrapa Clima Temperado

³Quím., Mestre, Assistente, Embrapa Clima Temperado

⁴Graduando em Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de Pelotas

kg⁻¹ sementes) + promotor de crescimento de raízes (PCR) (100 mL 50 kg⁻¹ sementes); (T6) inoculação no sulco com PC líquido (*B. japonicum*, SEMIA 5079 + SEMIA 5080 – 7,0 x 10⁹ UFC mL⁻¹ – 300 mL ha⁻¹ em 200 L de água ha⁻¹); (T7) coinoculação na semente com dois PC líquidos [(*B. japonicum*, SEMIA 5079 + SEMIA 5080 – 7,0 x 10⁹ UFC mL⁻¹ – 100 mL ha⁻¹) + (*Azospirillum brasilense* estirpes AbV5 e AbV6 – 2,0 x 10⁸ UFC mL⁻¹ – 100 mL ha⁻¹) + APB (50 mL ha⁻¹)]; (8) coinoculação na semente com três PC líquidos [(*B. japonicum*, SEMIA 5079 + SEMIA 5080 – 7,0 x 10⁹ UFC mL⁻¹ – 100 mL ha⁻¹) + (*Azospirillum brasilense* estirpes AbV5 e AbV6 – 2,0 x 10⁸ UFC mL⁻¹ – 100 mL ha⁻¹) + (indutor de crescimento = IC) + APB (50 mL ha⁻¹); (9) pulverização no estádio Vc-V1 de PC líquido (*B. japonicum*, SEMIA 5079 + SEMIA 5080 – 7,0 x 10⁹ UFC mL⁻¹ – 10 doses de 100 mL ha⁻¹); (10) IS com PC líquido dois dias (2D) de pré-tratamento (*B. japonicum*, SEMIA 5079 + SEMIA 5080 – 7,0 x 10⁹ UFC mL⁻¹ – 100 mL 50 kg⁻¹ sementes) + APB1 50 mL + APB2 50 mL; (11) IS com PC turfosos 30 dias (30D) de pré-tratamento (*B. japonicum*, SEMIA 5079 + SEMIA 5080 – 7,0 x 10⁹ UFC mL⁻¹ – 250 g 50 kg⁻¹ sementes) + APB 300 mL 50 kg⁻¹ sementes). As parcelas experimentais, (20 m²) equidistantes 1,0 m, consistiram de 12 linhas espaçadas de 0,5 m. Nos tratamentos, foi adicionada adubação fosfatada e potássica na base (500 kg ha⁻¹, formulação 0-25-25). Antes da implantação do experimento, realizou-se a calagem para o solo atingir pH 7,0 (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 2004). A semeadura da soja (cultivar NA 5909 RG), em cultivo convencional, ocorreu em 19/12/2014 e a emergência em 26/12/14. A IP das sementes atendeu ao protocolo para análise da qualidade e da eficiência agrônômica de inoculantes, estirpes e outras tecnologias relacionadas à FBN em leguminosas (REUNIÃO, 2006). Utilizaram-se inoculantes, formulação líquida e turfosa, fornecidos pela Total Biotecnologia, Curitiba, PR. Na fase de enchimento de grãos, as parcelas foram irrigadas por inundações. Na pré-semeadura foi determinada a população de rizóbios do solo da área experimental, em triplicata, por meio da técnica de isolamento conforme estabelecido por Hungria; Araújo, 1994. Utilizou-se o meio de extrato de levedura-manitol 79 + vermelho congo e temperatura de incubação de 28 °C para a recuperação dos rizóbios. Avaliou-se a nodulação no estádio de desenvolvimento vegetativo da soja (35 DPE). Cinco plantas foram coletadas com as raízes intactas, na terceira linha de cada lado da parcela, totalizando dez plantas. Após, separou-se a parte aérea das raízes na altura do nó cotiledonar, sendo os nódulos destacados das raízes, lavados e contados. Posteriormente, nódulos e parte aérea foram colocados em estufa (60 °C) até atingirem peso constante, quando foram pesados. Determinaram-se o número e a massa seca de nódulos por planta e a massa seca da parte aérea (MSPA), os quais foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias pelo teste de Duncan a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A população estabelecida de rizóbios na área experimental foi de 8,4 X 10⁴ UFC g solo⁻¹, concentração de bactérias expressiva para solos de TB. Maldaner et al. (2014); Mattos; Oliveira (2014) determinaram concentrações elevadas de população estabelecida de rizóbios de 10⁶ bactérias g⁻¹ solo em TB. Essa população de rizóbios pode formar nódulos e fixar N₂. Porém, a nodulação não é efetiva para incrementos no rendimento da soja (HUNGRIA et al., 2007). Aos 35 DPE, os tratamentos diferiram significativamente quanto ao número e massa de nódulos secos. As plantas de soja apresentaram entre 15 - 24,5 nódulos ≥ 2 mm e 110,9 - 204,2 mg de nódulos secos por planta (Tabela 1). Essa nodulação significativa em todos os tratamentos é uma consequência da alta população de rizóbios estabelecidos no solo. Isso é comprovado pela nodulação expressiva no tratamento

testemunha. Houve, porém, uma tendência de menor nodulação no tratamento com N (T2) em relação à testemunha, indicando que esse nutriente aplicado na semeadura restringiu a nodulação espontânea. Tratando-se da soja, a aplicação de 200 kg de N ha⁻¹, ou de 30 kg de N ha⁻¹ na semeadura reduz a nodulação e a contribuição da FBN, diminuindo para 44% e 81%, respectivamente, sem resultar em ganhos no rendimento (HUNGRIA et al., 2007). Com relação à massa seca da parte aérea, houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que o T3, T4, T5, T6 T11 apresentaram valores superiores à testemunha e, o destaque foi para o T10 com os maiores valores de MSPA. Quanto às estirpes componentes dos produtos comerciais, os resultados mostraram que houve interferência negativa na eficiência da nodulação em função do estresse hídrico durante a fase vegetativa. Nos dois dias pós-semeadura da soja, houve 30,6 mm de precipitação pluvial e, posteriormente, um período de cinco dias de baixa evaporação (ESTAÇÃO AGROCLIMATOLÓGICA DE PELOTAS, 2014), o que resultou num solo saturado com baixa capacidade de troca gasosa, comprometendo a nodulação. Após, a chuva retornou no período da emergência das plantas (Figura 1). Resultados obtidos por Mattos et al. (2014) evidenciam a possibilidade de sobrevivência das estirpes registradas no MAPA frente à saturação do solo em TB e a estresses hídricos e térmicos, bem como a efetividade das estirpes SEMIA 5080 e SEMIA 5019 para a cultivar de soja BRS Charrua RR. Em relação ao rendimento, observaram-se diferenças significativas entre os tratamentos, indicando que houve interação entre a cultivar e inoculantes, sendo que o T10 proporcionou rendimento maior (3.261,7 kg ha⁻¹) em relação à testemunha (2.723,2 kg ha⁻¹), controle com N-mineral (2.879,5 kg ha⁻¹) e aos demais tratamentos (Tabela 1). Os valores de rendimento dos T7, T8 e T9 em relação à testemunha, não apresentaram diferença significativa, indicando pouca eficiência da pulverização da SEMIA 5079 e SEMIA 5080 e o efeito das condições edáficas, população expressiva de rizóbios estabelecidos e adaptados no solo hidromórfico, e hídricas que comprometeram o processo de co-inoculação de estirpes. Ainda na Tabela 1, observa-se que o rendimento dos T3, T4, T5, T6 e T11 não diferiram em relação ao controle com N-mineral (T2), ficando evidenciada a pouca eficiência de utilização desse nutriente pela cultivar e a eficiência da nodulação com uso dos inoculantes turfosos. Porém, o retorno econômico maior foi com a inoculação da semente com produto comercial líquido (*B. japonicum* SEMIA 5079 + SEMIA 5080) e dois aditivos protetores de bactérias, com 2D de pré-tratamento (T10), sendo de 54 sacos ha⁻¹, ou seja, uma diferença de nove sacos do T1. A alta concentração de células de SEMIA 5079 e SEMIA 5080 e a sua proteção, resultou na melhoria do processo de aderência e estimulou a multiplicação das bactérias e, consequentemente, maximizou a sobrevivência e a eficiência para o estabelecimento da simbiose frente os efeitos dos estresses hídricos verificados pré e pós-emergência da soja. Os resultados obtidos evidenciam a necessidade de continuação das avaliações de eficiência agrônômica de inoculantes comerciais frente à saturação do solo em TB e a estresses hídricos.

Tabela 1. Nodulação, massa seca da parte aérea e rendimento de soja, cultivar NA 5909 RG, no sistema de cultivo convencional em terras baixas, relacionada à inoculação com produtos comerciais líquidos e turfosos.

Tratamentos	Nº de nódulos planta ⁻¹	Massa de nódulos secos (mg planta ⁻¹)	Massa seca da parte aérea (g planta ⁻¹)	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
Testemunha	23,8a*	204,2a	3,61a	2723,2b
Controle com N-mineral	15,0d	110,9c	3,19ab	2880,0ab
PC ¹ turfoso SEMIA 5079 + SEMIA 5080 –TS ²	21,1abc	186,4ab	3,16ab	2795,2ab
PC turfoso SEMIA 587 + SEMIA 5019 - TS	22,6ab	196,0ab	3,59a	2809,0ab
PC líquido SEMIA 5079 + SEMIA 5080 + PCR ³ –TS	17,3bcd	161,5b	2,88ab	3009,0ab
PC líquido SEMIA 5079 + SEMIA 5080 – sulco	16,8cd	156,0b	2,59b	3095,0ab
PC líquido SEMIA 5079 + SEMIA 5080 + <i>A. brasilense</i> estirpes AbV5 e AbV6 – TS	23,7a	177,8ab	3,05ab	2598,0b
PC líquido SEMIA 5079 + SEMIA 5080 + <i>A. brasilense</i> estirpes AbV5 e AbV6 + IC – TS	20,0abod	176,5ab	3,08ab	2710,0b
PC líquido SEMIA 5079 + SEMIA 5080 – pulverização	20,0abod	165,4ab	2,94ab	2745,0b
PC líquido-ativo A + aditivo B - 2D pré-tratamento- TS	24,5a	190,5ab	2,78ab	3262,0a
PC turfoso SEMIA 5079 + SEMIA 5080 - aditivo A + aditivo B - 30D pré-tratamento - TS	18,0bcd	170,2ab	2,87ab	2813,0ab

Médias seguidas de mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5%.
(¹)produto comercial (PC); (²)tratamento de semente (TS); (³)promotor de crescimento de raízes (PCR)

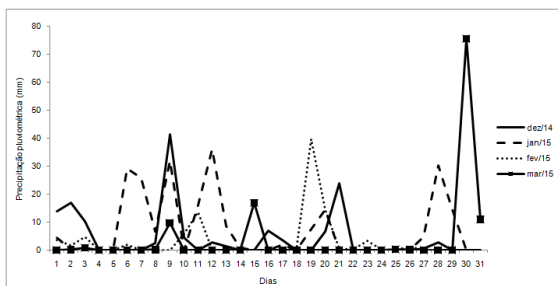


Figura 1. Precipitação pluviométrica diária no período de cultivo da soja. Safra 2014/15. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. 2015.

CONCLUSÃO

Dois dias de pré-tratamento das sementes com inoculante líquido e aditivos protetores bacterianos possibilitam a nodulação efetividade das estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080 com incremento no rendimento da cultivar de soja NA 5909 RG sob condição de estresse hídrico.

AGRADECIMENTOS

Aos funcionários do laboratório de Microbiologia Agrícola e Ambiental da Embrapa Clima Temperado, pelo auxílio na condução do experimento. À Total Biotecnologia pela parceria técnica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBSC-CQFS, 2004. 400 p.
- ESTÇÃO AGROCLIMATOLÓGICA DE PELOTAS. **Boletim agroclimatológico de Pelotas**. Disponível em <<http://www.cpact.embrapa.br/agromet/estacao/boletins/Dezembro2014.pdf>>. Acesso em: 20 jun.15.
- HUNGRIA, M; ARAUJO, R. S. **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Ed.; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Centro Nacional de Pesquisa de Soja. – Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 542p. – (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 46).
- HUNGRIA, M; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **A importância do processo de fixação biológica de nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro**. / Mariangela Hungria, Rubens José Campo, Iêda Carvalho Mendes. – Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados, 2007. 80p. – (Documentos/Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.283).
- IRGA. Instituto rio grandense do arroz. Safras. **Soja na várzea safra 2013/14**. Disponível: http://www.irga.rs.gov.br/upload/20140326151503soja_area_efetiva_safra_13_14.pdf. Acesso em: 11 jun.15.
- MALDANER, E. T.; MATTOS, M. L. T. Eficiência de nodulação da soja em função de estresses hídricos e térmicos com o uso de diferentes inoculantes comerciais. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 5., 2014, Pelotas, RS. **Anais...**Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2014. 1 CD-ROM.
- MATTOS, M. L. T.; OLIVEIRA, A. C. B. Efetividade de estirpes de *Bradyrhizobium* na nodulação da soja cultivada em terras baixas. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 40. 2014, Pelotas, RS. **Anais...**Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2014. 1 CD-ROM.
- REUNIÃO DA REDE DE LABORATÓRIOS PARA RECOMENDAÇÃO, PADRONIZAÇÃO E DIFUSÃO DE TECNOLOGIA DE INOCULANTES MICROBIANOS DE INTERESSE AGRÍCOLA (RELARE) (13.: 2006: Londrina, PR) **Anais da XIII Reunião da Rede de Laboratórios para Recomendação, Padronização e Difusão de Tecnologia de Inoculantes Microbianos de Interesse Agrícola (RELARE)**. / - Londrina: Embrapa Soja, 2007. 212p. – (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.290).

NÚMERO DE FOLHAS NO COLMO PRINCIPAL NA DATA DE DIFERENCIAÇÃO DA PANÍCULA DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO

Silvio Steinmetz¹; Alcides C. M. Severo²; Anderson B. Schneider³; Igor N. Schneid³, Rafel C. Santos³

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., graus-dia, fase vegetativa

INTRODUÇÃO

Estudos têm indicado que a duração da fase vegetativa do arroz irrigado, considerada para fins práticos, da emergência (E) até a diferenciação da panícula (DP) (E-DP), varia de acordo com o ciclo da cultivar, com a época de semeadura e com a temperatura média diária do ar (Tm) (INFELD et al., 1998; FREITAS et al., 2006; STEINMETZ et al., 2009, 2010). O estágio DP corresponde ao estágio R1 da escala de Counce et al. (2000). Outro parâmetro que também é influenciado pela cultivar, pela época de semeadura e pela Tm é o número de folhas no colmo principal (NF) (FREITAS et al., 2006; STRECK et al., 2006). Em decorrência disso, há uma estreita relação entre a duração da fase vegetativa e o NF, como indicado em Freitas et al. (2006), mas há necessidade de informações complementares, geradas em outras condições ambientais e em mais de uma safra.

Em função do exposto, o objetivo do trabalho foi estabelecer a relação entre o número de dias para atingir o estágio de diferenciação da panícula (DP ou R1) e o número de folhas no colmo principal, na data da DP, de cultivares de arroz de comprimentos de ciclo distintos, semeadas em épocas diferentes.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos de campo foram realizados na Estação Experimental Terras Baixas (ETB) da Embrapa Clima Temperado, município de Capão do Leão, RS, em três safras agrícolas (2011/12, 2012/13 e 2013/14). As parcelas tinham 5,0 m de comprimento e 1,58 m de largura, constando de 9 linhas espaçadas de 17,5 cm. A densidade de semeadura foi de 80 sementes aptas por metro linear. A área útil constou de cinco linhas de 4,0 m de comprimento. Utilizou-se o experimento de épocas de semeadura, com delineamento experimental de blocos ao acaso, quatro repetições, doze genótipos e seis épocas de semeadura. Utilizou-se, em complemento, o experimento específico, denominado Bioclimático, que não teve repetição. O solo da área experimental é classificado como Planossolo Háplico eutrófico típico.

Em todas as safras, a adubação nitrogenada, na forma de uréia, foi aplicada metade imediatamente antes da irrigação definitiva e metade na diferenciação da panícula. A irrigação definitiva foi iniciada no estágio V4 e mantida até o estágio R9 da escala de Counce et al. (2000), procurando-se manter uma lâmina de água em torno de 10,0 cm. A adubação e os demais tratos culturais seguiram as recomendações da Sosbai (2010).

Considerou-se como data de emergência quando em torno 50% das plântulas da parcela eram visíveis acima do nível do solo.

Dez plantas (colmo principal) de cada cultivar foram marcadas, em uma repetição, determinando-se a data de ocorrência de cada um dos estágios de acordo com a escala proposta por Counce et al. (2000). Foram feitas leituras três vezes por semana em cada parcela, excetuando-se os fins de semana e feriados. Datas médias para cada estágio

¹ Eng. Agrôn., Doutor, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, BR 392, Km 78, CEP 96001-970, Pelotas-RS, silvio.steinmetz@embrapa.br

² Bacharel em Geografia, Técnico A da Embrapa Clima Temperado

³ Estudantes de Agronomia e estagiários da Embrapa Clima Temperado

foram obtidas a partir das observações nas dez plantas.

O estágio R1 foi determinado pelo método proposto por Stansel (1975) e descrito por Steinmetz et al. (2009). O cálculo dos graus-dia, ou da soma térmica, foi feito através do somatório da diferença entre a temperatura média diária (T_m) e a temperatura base (T_b) de 11°C (INFELD et al., 1998), da emergência (50%) até o estágio R1. A temperatura média diária do ar foi obtida pela soma das temperaturas máxima e mínima, dividido por dois.

Para este trabalho foram utilizadas quatro cultivares de ciclos distintos, a saber: BRS Atalanta (muito precoce 2 – MP2), BRS Pampa (precoce 2 – P2), IRGA 424 (médio 2 – M2) e SCS BRS Tio Taka (tardio – T).

Para estabelecer a relação entre o número de folhas no colmo principal (NF) e o estágio R1 foram cumpridas duas etapas: inicialmente, foi verificado o NF existente na data ou próximo da data de ocorrência do estágio R1, estabelecendo-se o número de dias após a emergência (DAE) e os graus-dia ou soma térmica (GD) para atingir esses dois estágios; a etapa seguinte consistiu em estabelecer as equações de regressão entre o NF e a duração do período entre a emergência e o estágio R1 (E-R1).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de folhas no colmo principal (NF), no estágio de diferenciação da panícula (NF (R1)), foi maior nas cultivares de ciclo mais longo (Tabela 1), o que está de acordo com os resultados de Watson et al. (2004) e Steinmetz et al. (2007), mas discordam dos obtidos por Freitas et al. (2006), que encontram NF de sete para três cultivares de ciclos distintos. Por outro lado, para uma mesma cultivar, o NF (R1) variou pouco com a época de semeadura, o que concorda com Freitas et al. (2006).

O subperíodo E-R1 variou com o ciclo da cultivar e com a época de semeadura, sendo maior para a cultivar de ciclo tardio e para a semeadura antecipada (Tabela 1). Assim, por exemplo, para a cultivar BRS Atalanta, ele foi de 57 dias e 40 dias, respectivamente, nas semeaduras antecipada (12/09) e tardia (22/11). Por outro lado, para a cultivar SCSBRS Tio Taka, o subperíodo E-R1 foi de 89 dias e 77 dias, respectivamente, nas semeaduras antecipada e tardia. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Steinmetz et al. (2009, 2010).

Os resultados indicaram uma relação linear entre o NF (R1) e a duração superíodo E-R1 expressas tanto em dias (Figura 1) como em graus-dia, o que está de acordo com Streck et al. (2006). O coeficiente de determinação da equação de regressão foi maior ($R^2 = 0,5548$) quando se utilizou graus-dia ao invés do número de dias ($R^2 = 0,4568$). Isso indica que a relação entre esses dois parâmetros é melhor expressa pela soma térmica do que pelo número de dias.

Por intermédio da equação de regressão estabelecida (Figura 1) é possível estimar a relação entre os parâmetros número de folhas no colmo principal no estágio R1 (NF (R1)) e a duração do subperíodo E-R1, envolvendo as quatro cultivares e as três datas de semeadura. Assim, por exemplo, um E-R1 de 50 dias, representativo de cultivares muito precoce ou precoce, corresponde ao NF (R1) de 8 folhas, ao passo que um E-R1 de 80 dias, correspondendo a cultivares de ciclo médio e tardio, corresponde ao NF (R1) de 10 folhas.

Tabela 1. Número médio de folhas no colmo principal (NF) na diferenciação da panícula (NF(R1)), número médio de dias após a emergência (DAE) em que o NF ocorreu com a respectiva soma térmica ou graus-dia (GD) para atingir este estágio, e DAE e GD em que ocorreu o estágio R1, para quatro cultivares de arroz irrigado, em três épocas de médias de semeadura, em três safras agrícolas.

Época de semeadura	Cultivar	NF(R1)			R1	
		NF	DAE	GD	DAE	GD
12/09 (Semeadura antecipada)	BRS Atalanta (MP2)*	7 (7)	56	519	57	525
	BRS Pampa (P2)*	10 (10)	74	712	71	701
	IRGA 424 (M2)*	8 (8)	75	747	80	794
	SCS BRS Tio Taka (T)*	10 (9-11)	88	912	89	933
17/10 (Semeadura intermediária)	BRS Atalanta	8 (8)	45	485	45	464
	BRS Pampa	9 (8-10)	57	689	59	675
	IRGA 424	10 (9-10)	65	718	65	723
	SCS BRS Tio Taka	10 (10-11)	79	850	80	944
22/11 (Semeadura tardia)	BRS Atalanta	7 (7-8)	39	511	40	510
	BRS Pampa	9 (8-10)	54	712	53	675
	IRGA 424	8 (8)	57	688	57	686
	SCS BRS Tio Taka	11 (11-12)	80	907	77	989

* Subgrupos: Muito Precoce (MP2), Precoce (P2), Médio (M2) e Tardio (T), de acordo com Steinmetz et al. (2014)

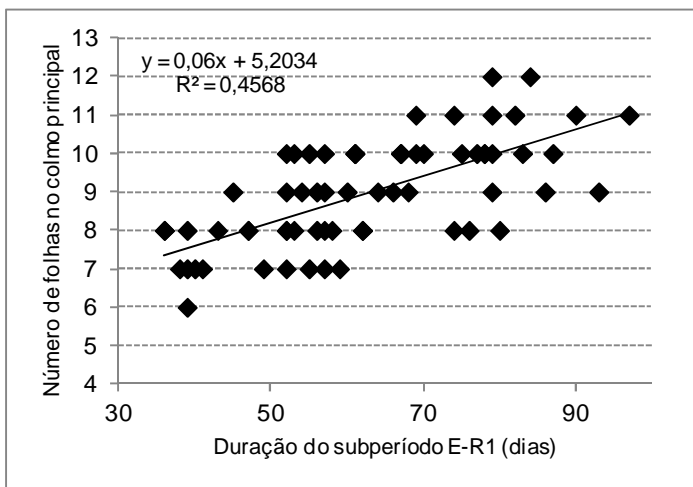


Figura 1. Relação entre o número de folhas no colmo principal e a duração do subperíodo da emergência (E) ao estágio de diferenciação da panícula (R1), para quatro cultivares de arroz irrigado, de ciclos diferentes, em três épocas de semeadura (antecipada, intermediária e tardia).

CONCLUSÃO

- O número de folhas no colmo principal (NF), no estágio de diferenciação da panícula (R1), varia com o comprimento de ciclo das cultivares;
- A relação entre o NF, no estágio R1, e a duração do subperíodo entre a emergência e o estágio R1, é melhor expressa pela soma térmica, ou graus-dia, do que pelo número de dias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 2, p. 436-443, Mar./Apr. 2000.
- FREITAS, F. S. de et al. Validação de escala de desenvolvimento para cultivares brasileiras de arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 404-410, mar.-abr. 2006.
- INFELD, J.A.; SILVA, J.B. da; ASSIS, F.N. de. Temperatura-base e graus-dia durante o período vegetativo de três grupos de cultivares de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.2, p.187-191, 1998.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado: recomendações técnicas de pesquisa para o Sul do Brasil**. Bento Gonçalves, RS: SOSBAI, 2010. 188p.
- STANSEL, J.W. **The rice plant – its development and yield**. In: SIX DECADES OF RICE RESEARCH IN TEXAS. Beaumont: Texas Agricultural Experiment Station, 1975. P.9-21.
- STANSEL, J.W. **Effective utilization of sunlight**. In: TEXAS AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION. Six decades of rice research in Texas. College Station. Texas A&M University System, 1975. p. 43-50 (Research monograph, 4).
- STEINMETZ, S. et al. Estádios de desenvolvimento de 12 cultivares de arroz irrigado expressos em graus-dia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 27, 2007, Pelotas. **Anais**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. p.368-370.
- STEINMETZ, S. et al. . **Determinação dos graus-dia e do número de dias para atingir o estágio de diferenciação da panícula de cultivares de arroz irrigado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 29 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 88).
- STEINMETZ, S. et al. **Uso de graus-dia para estimar a data de diferenciação da panícula (DP) de seis subgrupos de cultivares de arroz irrigado visando à adubação nitrogenada em cobertura no Rio Grande do Sul**. Pelotas:Embrapa Clima Temperado, 2010. 75p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 121).
- STEINMETZ, S. GD Arroz: programa baseado em graus-dia para estimar a data de diferenciação da panícula visando a adubação nitrogenada em cobertura. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014. 12p. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 155)
- STRECK, N.A. et al. Filocrono de genótipos de arroz irrigado em função de época de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 323-329, Mar.-Abr. 2006.
- WATSON, N.T.; COUNCE, P.A.; SIEBENMORGEN, T.J. **Growth stages of 12 rice cultivars (*Oryza sativa* L.) expressed in DD50 thermal heat units**. Disponível em: http://www.arkrice.org/research_results/2004_PDFs/529_2.pdf Acesso 15 jul. 2006.

PLANTAS DE COBERTURA AFETANDO A PRODUTIVIDADE DO ARROZ DE SEQUEIRO EM CABO DELGADO, MOÇAMBIQUE

José Damiro¹; Adriano Stephan Nascente²

Palavras-chave: *Pennisetum glaucum* L., *Lablab purpureus* (L.) Sweet, *Mucuna pruriens* L., *Vigna radiata* (L) R. Wilczek, *Vigna unguiculata* L.

INTRODUÇÃO

Uma das premissas do sistema plantio direto (SPD) é o uso de plantas de cobertura para a formação de camada de palha na superfície do solo, antes da implantação da cultura principal, sendo considerado um sistema sustentável (NASCENTE et al., 2013). Além disso, para se ter uma produção sustentável, necessário se faz a diversificação das atividades agrícolas com o objetivo de se obter o desenvolvimento social, econômico e ambiental (FILIZADEH et al., 2007). O aumento da diversidade de espécies de plantas no ambiente proporciona benefícios, como melhor aproveitamento dos nutrientes do solo, menor ataque de insetos-pragas e menor incidência de patógenos, maior controle de plantas daninhas, aumento da produtividade das culturas e maior estabilidade de produção (YAHUZA, 2011). Dessa forma, verifica-se que a inclusão de plantas de cobertura antes da cultura principal é prática fundamental, quando se busca o desenvolvimento sustentável (MAHMOUDI et al., 2011).

O uso de plantas de cobertura também pode servir para a produção de alimentos para os agricultores, principalmente quando se utiliza espécies produtoras de grãos (STEVENSON; VAN KESSEL, 1996; FILIZADEH et al., 2007). Essa característica é muito importante para os agricultores familiares nos países da América Latina e África, que além de terem os benefícios proporcionados pelas plantas de cobertura ao ambiente, podem ter mais uma fonte de alimentos para complementar a dieta da família. Entretanto, considerando as peculiaridades de cada região, ainda é pouco o conhecimento sobre as principais características das plantas de cobertura com relação à produção de biomassa e de grãos (OLIVEIRA et al., 2002). Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi de avaliar a produção de biomassa e de grãos de plantas de cobertura e seus efeitos nos componentes de produção e produtividade de grãos do arroz de sequeiro em Moçambique.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na aldeia Cuaia, distrito de Metuge, Província de Cabo Delgado em Moçambique. O clima na região é classificado como Aw, tropical de savana, mesotérmico, segundo a classificação de Koppen, com duas estações bem definidas, a seca de maio a setembro e a chuvosa de outubro a abril. A altitude é de 100 m e a precipitação média anual é de 800 a 1000 mm, com temperatura média anual de 25 °C. O solo é arenoso, lavado e castanho acinzentado, classificado como “Ferralic arenosols”.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram compostos pelas plantas de cobertura: Mexoeira (*Pennisetum glaucum* L.), feijão namarra (*Lablab purpureus* (L.) Sweet), feijão mucuna (*Mucuna pruriens* L.), feijão oloco (*Vigna radiata* (L) R. Wilczek) e feijão nhemba (*Vigna unguiculata* L.) e pousio. As parcelas tinham a dimensão de 2 m x 5 m. A área útil foi considerada as duas linhas centrais da parcela, desprezando-se as duas linhas das

¹ Mestre Fundação Aga Khan (Moçambique), Bairro Cimento, Av. Marginal número 391 – Pemba, Moçambique.
jose.damiro@akdn.org

² Dr. Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, Km 12, Fazenda Capivara, Zona Rural Caixa Postal: 179 CEP: 75375-000 - Santo Antônio de Goiás – GO, adriano.nascente@embrapa.br

extremidades e 0,50 metros de cada lado das parcelas.

As plantas de cobertura foram semeadas em 30 de abril de 2014. O espaçamento utilizado foi de 0,50 m entre linhas com uma densidade de 10 sementes por metro e 7 kg ha⁻¹. Não foi feita a adubação nas parcelas. O controle de plantas daninhas foi manual com auxílio de enxadas. Não foi feito o controle de insetos-pragas e doenças. A colheita foi realizada no dia 30 de agosto. Para isso, os grãos foram colhidos manualmente e as plantas foram cortadas rente ao solo e colocadas para secar até massa constante. Coletaram-se os dados de produção de matéria seca das plantas de cobertura e produção de grãos. Após a pesagem da produção de massa de matéria seca, a palha foi mantida na superfície do solo.

O arroz foi semeado em viveiro (03/01/2015) e transplantado 15 dias após a emergência. As mudas de arroz foram transplantadas manualmente no espaçamento de 0,40 m entre linhas e 0,20 m entre plantas. Não foi feita adubação e nem controle de insetos-pragas e doenças, o controle de plantas daninhas foi realizado por meio de capinas.

A colheita do arroz foi feita após maturação fisiológica (20/04/15), manualmente na área útil de cada parcela. As plantas foram trilhadas e os grãos secos até atingir a umidade de 13%. Para avaliar os componentes da produção foram coletadas 10 panículas ao acaso em cada parcela e levadas ao laboratório para avaliação (contagem de número de grãos por panículas e massa de grãos). Com os dados realizou-se a análise de variância e teste comparativo de médias Tukey para $p < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de cobertura apresentaram diferenças em relação à produção de massa de matéria seca e de grãos (Tabela 1). A planta de cobertura *Vigna unguiculata* se destacou tanto na massa de matéria seca (3.450 kg ha⁻¹), em que diferiu de todas as outras plantas de cobertura, com exceção da *Mucuna pruriens* (2.750 kg ha⁻¹), quanto na produção de grãos (2.725 kg ha⁻¹), em que diferiu de todas as outras plantas de cobertura. De acordo com Oliveira et al. (2002), as plantas de cobertura, além dos benefícios proporcionados ao solo, podem servir para produção de alimentos.

Com base nos resultados, verificou-se que as plantas de cobertura não afetaram a altura de plantas e o número de perfilhos (Tabela 2). Por outro lado, constatou-se efeito dessas plantas de cobertura no número de panículas por metro, número de grãos por panícula, massa de 1000 grãos e produtividade de grãos do arroz de sequeiro. A maior produtividade de grãos foi obtida sobre a palha de *Vigna unguiculata* (5.285 kg ha⁻¹), que diferiu estatisticamente de *Pennisetum glaucum* (4.014 kg ha⁻¹). Essa maior produtividade sobre a palha de *V. unguiculata* pode ter sido devido à maior produção de palha dessa planta de cobertura. De acordo com Nascente et al. (2014), as plantas de cobertura durante o processo de degradação da palha liberam nutrientes para o solo que podem ser aproveitados pela cultura em sucessão. Além disso, constatou-se que as maiores produtividades foram obtidas após o cultivo de leguminosas, que têm a capacidade de fixar o N atmosférico (GRAHAM; VANCE, 2000). Dessa forma, é provável que essas plantas proporcionaram melhor ambiente para o desenvolvimento do arroz em sucessão.

A produtividade de grãos de arroz é determinada pelos componentes: número de panículas m⁻¹, número de grãos panícula⁻¹ e massa de 1000 grãos (YOSHIDA, 1981). A partir dos resultados obtidos nos componentes de produção na cultura cultivada sobre a palha de *Vigna unguiculata*, pode-se explicar a maior produtividade de grãos de arroz nessa palha.

Tabela 1. Massa de matéria seca (MASSA) e produtividade de grãos (GRÃO) de plantas de cobertura antecedendo o arroz de terras altas. Cuaia, Pemba, Moçambique, Safra 2015.

Plantas de cobertura	MASSA (kg ha ⁻¹)	GRÃO (kg ha ⁻¹)
<i>Pennisetum glaucum</i>	875 cd	150 c
<i>Lablab purpureus</i>	2000 bc	400 bc
<i>Mucuna pruriens</i>	2750 ab	525 b
<i>Vigna radiata</i>	200 d	100 c
<i>Vigna unguiculata</i>	3450 a	2725 a
Fatores	ANOVA (Probabilidade do teste F)	
Cobertura (COB)	<0,001	0,0448
CV (%)	25,98	31,69

*Médias seguidas da mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste Tukey para p<0,05.

Tabela 2. Altura de plantas (ALT), número de perfilhos por metro (PERF), número de panículas por metro (PAN), número de grãos por panícula (GRÃO), massa de 1000 grãos (MASSA) e produtividade (PROD) do arroz de terras altas afetados pelas plantas de cobertura. Cuaia, Pemba, Moçambique, Safra 2015.

Plantas de cobertura	ALT cm	PERF n. m ⁻¹	PAN n. m ⁻¹	GRÃO n. panícula ⁻¹	MASSA gramas	PROD kg ha ⁻¹
<i>Pennisetum glaucum</i>	72,00	20,25	16,25 ab	142 abc	25,14 ab	4014 b
<i>Lablab purpureus</i>	69,50	19,00	13,50 b	156 a	22,41 b	4348 ab
<i>Mucuna pruriens</i>	73,75	22,50	14,00 ab	150 ab	25,93 a	4772 ab
<i>Vigna radiata</i>	73,00	23,00	16,75 a	126 bc	25,40 a	4169 ab
<i>Vigna unguiculata</i>	79,75	24,00	16,50 ab	156 a	25,72 a	5285 a
<i>Fallow</i>	80,50	23,25	15,75 ab	138 abc	24,19 ab	4470 ab
Fatores	ANOVA (Probabilidade do teste F)					
Cobertura (COB)	0,8442	0,6012	0,0484	0,0423	0,0477	0,0492
CV (%)	18,76	20,44	12,65	11,85	7,64	18,69

*Médias seguidas da mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste Tukey para p<0,05.

CONCLUSÃO

1. *Vigna unguiculata* foi a planta de cobertura que obteve a maior massa da matéria seca e de grãos, além de proporcionar a maior produtividade de grãos de arroz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FILIZADEH, Y.; REZAZADEH, A.; YOUNESSI, Z. Effects of crop rotation and tillage depth on weed competition and yield of rice in the paddy fields of Northern Iran. **Journal of Agricultural Science and Technology**, Teerã, v. 10, n. 9, p. 99-105, 2007.

GRAHAM, P. H.; VANCE, C. P. Nitrogen fixation in perspective: an overview of research and extension needs. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 65, n. 02-03, p. 93-106, 2000.

MAHMOUDI, M. et al. Residual effect of thiobencarb and oxadiargyl on spinach and lettuce in rotation with rice **Journal of Agricultural Science and Technology**, Teerã, v. 13, n. 5, p.

NASCENTE, A.S. et al. Upland rice yield as affected by previous summer crop rotation (soybean or upland rice) and glyphosate management on cover crops. **Planta Daninha**,

Viçosa, v.41, n.1, p.147-155, 2013.

OLIVEIRA, T.K. de.; CARVALHO, G.J.; MORAES, R.N.S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 37, n. 8, p. 1079- 1087, 2002.

STEVENSON, F. C.; VAN KESSEL, C. A landscape-scale assessment of the nitrogen and non-nitrogen rotation benefits of pea. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.60, n.6, p.1797-1805, 1996.

YAHUZA, I. Review of some methods of calculating intercrop efficiencies with particular reference to the estimates of intercrop benefits in wheat/faba bean system. **International Journal of BioSciences**, Dacca, v. 1, n. 5, p. 18-30, 2011. 785-794, 2011.

YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Manila: International Rice Research Institute, 1981. 269 p.

PLANTAS DE COBERTURA AFETANDO AMÔNIO E NITRATO NO SOLO E A PRODUTIVIDADE DO ARROZ DE TERRAS ALTAS

Adriano Stephan Nascente¹; Mábio Chrisley Lacerda²; Anna Cristina Lanna³

Palavras-chave: *Oryza sativa*, *Brachiaria ruziziensis*, *Pennisetum glaucum*, *Crotalaria spectabilis*

INTRODUÇÃO

O uso de plantas de cobertura no sistema plantio direto (SPD) proporciona maior ciclagem de nutrientes, uma vez que durante o processo de degradação elas liberam nutrientes para o solo, entre eles o nitrogênio (FAGERIA, 2009). No solo, o N-NO_3^- e o N-NH_4^+ são as principais formas de nitrogênio (N) disponíveis às plantas e, em solos aeróbicos, ocorre a predominância de nitrato em relação ao amônio. A maioria das plantas absorve indistintamente nitrato e amônio (MALAVOLTA, 1980), entretanto, para a cultura do arroz de terras altas, teores equivalentes de amônio e nitrato no solo são mais adequados para o seu desenvolvimento (HOLZSCHUH et al., 2009). O uso de plantas de cobertura pode proporcionar maiores quantidades de amônio no solo e favorecer o melhor desenvolvimento do arroz (MALAVOLTA, 1980; HOLZSCHUH et al., 2009). Alternativas para o cultivo de plantas de cobertura são milheto, já bastante utilizado, em safrinha, para a produção de palha no SPD e que proporciona resultados promissores para a cultura do arroz (NASCENTE et al., 2013) e as braquiárias, pela elevada produção de biomassa seca (NASCENTE; CRUSCIOL, 2012). Por outro lado, o uso de leguminosas pode incrementar os teores de nutrientes no solo, principalmente o nitrogênio, via fixação biológica (FAGERIA, 2009). Dessa forma, objetivou-se determinar o efeito de plantas de cobertura sobre as formas minerais de N, altura de plantas, número de perfilhos, número de panículas e produtividade de grãos do arroz de terra altas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de sequeiro foi conduzido na fazenda Palmital, localizada no município de Goianira, GO, a 16°26'14" S, 49°23'50" W e 720 m de altitude. O clima da região é tropical de savana, sendo considerado do tipo Aw segundo a classificação de Köppen. Há duas estações bem definidas, normalmente seco de maio a setembro (outono / inverno) e chuvoso de outubro a abril (primavera / verão).

A área experimental estava sendo manejada em SPD há cinco anos, em rotação pasto/agricultura, com pasto de *Brachiaria brizantha* nos últimos dois anos. O solo é classificado como Latossolo Vermelho ácrico.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com oito repetições. Os tratamentos foram compostos por quatro coberturas vegetais [1. Milheto (*Pennisetum glaucum*), 2. Milheto + crotalária (*Crotalaria spectabilis*), 3. Milheto + *Brachiaria ruziziensis*, e 4. Milheto + crotalária + *B. ruziziensis*]. As parcelas tinham a dimensão de 3,5 m (10 linhas) x 8 m de comprimento. A área útil da parcela foi composta pelas oito linhas centrais de arroz desprezando-se 0,50 m de cada lado.

As plantas de cobertura foram semeadas no mês de agosto de 2013, sem a utilização de adubo. Foi utilizado o espaçamento de 0,20 m entrelinhas na profundidade de 2 cm com

¹ Dr. Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, Km 12, Fazenda Capivara, Zona Rural Caixa Postal: 179 CEP: 75375-000 - Santo Antônio de Goiás – GO, adriano.nascente@embrapa.br

² Dr. Embrapa Arroz e Feijão.

³ Dr. Embrapa Arroz e Feijão.

a utilização de 20 kg ha⁻¹ de sementes de milho. Nos tratamentos em consórcio, foram utilizados 10 kg ha⁻¹ de milho + 10 kg ha⁻¹ de sementes da outra espécie vegetal (*B. ruziziensis* ou crotalária) com valor cultural de 30% misturadas na caixa de distribuição de sementes. As plantas de cobertura foram dessecadas 15 dias antes da semeadura do arroz com aplicação de glifosato (1,8 kg ha⁻¹ de equivalente ácido).

A semeadura da linhagem mutante 07SEQCL441 CL, derivada da cultivar Primavera, que possui um gene de resistência ao herbicida Imazapir + Imazapique (Kifix), foi realizada mecanicamente no dia 14 de novembro de 2013, com a emergência ocorrendo cinco dias após a semeadura. O espaçamento utilizado foi de 0,35 m com 80 sementes viáveis por metro. A adubação de semeadura foi calculada com base na análise do solo. Um dia antes da semeadura do arroz foi feita a adubação nitrogenada antecipada de cobertura com 100 kg ha⁻¹ de N (ureia). Os tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações da cultura.

As amostragens de solo para determinação dos teores de N mineral (N-NH₄⁺ e N-NO₃⁻) foram efetuadas com trado calador, na camada de 0-10 cm aos 0, 7, 14, 21 e 28 dias após a semeadura do arroz. Assim foram coletadas oito subamostras (quatro na linha e quatro nas entrelinhas) para cada amostra composta em cada parcela, que foi acondicionada em sacos plásticos e mantida em caixa de isopor com gelo, para ser levada ao laboratório para análise no mesmo dia. As determinações de amônio e nitrato foram realizadas por espectrofotometria acoplada ao sistema FIA ("Flow Injection Analysis") seguindo metodologia utilizada por Nascente et al. (2012).

A colheita do arroz foi feita após maturação fisiológica (13/03/14), manualmente na área útil de cada parcela. As plantas foram trilhadas e os grãos secos até atingir a umidade de 13%. Para avaliar os componentes da produção foram coletadas 10 panículas ao acaso em cada parcela e levadas ao laboratório para avaliação (contagem de número de grãos por panículas, número de grãos cheios, número de grãos vazios e massa de grãos).

Foi realizada a análise de variância dos dados. Nas variáveis qualitativas realizou-se o teste comparativo de médias Tukey para p < 0,05 e nas variáveis quantitativas realizou-se análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de cobertura não afetaram os teores de amônio do solo (Tabela 1), provavelmente por que o amônio em solos aeróbicos rapidamente se transforma em nitrato, não se acumulando (FAGERIA, 2009). Por outro lado, os teores de nitrato foram maiores na palha de milho com crotalária. Esse resultado pode ter ocorrido por que a crotalária, sendo uma leguminosa, aporta maiores teores de nitrogênio ao solo (MALAVOLTA, 1980). Após a aplicação da ureia no solo, constatou-se que houve redução nos teores de amônio e nitrato com o desenvolvimento do arroz (Figura 1). Em relação ao amônio, essa redução pode ter ocorrido devido à rápida transformação em nitrato. Para o nitrato, essa redução pode ter ocorrido pela absorção desse nutriente pelas raízes das plantas de arroz e também pela lixiviação que ocorre com esse íon, principalmente em épocas de chuvas (CRUSCIOL et al., 2011; FAGERIA et al., 2011).

A planta de cobertura milho e sua mistura com crotalária ou *B. ruziziensis* proporcionaram resultados semelhantes para as variáveis estudadas (Tabela 2). Com isso, pode-se inferir que o milho proporcionou alta produtividade para o arroz de terras altas e a sua mistura com outras espécies de plantas de cobertura não afetou o desempenho do arroz. Da mesma forma, em outros trabalhos de pesquisa são reportados resultados de maior produtividade de grãos do arroz de terras altas sobre a planta de cobertura milho (PACHECO et al., 2011; CRUSCIOL et al., 2011; MORO et al., 2013; NASCENTE et al., 2013). Nessas pesquisas se atribui os resultados à rápida degradação da palhada do milho, o que libera nutrientes, principalmente o nitrogênio, para as plantas de arroz.

Tabela 1. Teores de amônio e nitrato no solo afetados pelas plantas de cobertura e pelos dias após a semeadura do arroz (DAS). Goianira, GO, Safra 2013/2014

Plantas de cobertura	Amônio (mg kg ⁻¹)	Nitrato (mg kg ⁻¹)
Milheto (M)	2,86	12,67 b*
M + Crotalária (C)	1,77	14,71 a
M + <i>B. ruziziensis</i> (R)	3,30	12,75 b
M+C+R	2,34	12,90 b
Fatores	ANAVA (Probabilidade do teste F)	
Cobertura (COB)	0,1271	0,0485
DAS	<0,001	<0,001
COB x DAS	0,6878	0,7513
CV (%)	32,84	17,45

*Médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste Tukey, para p<0,05.

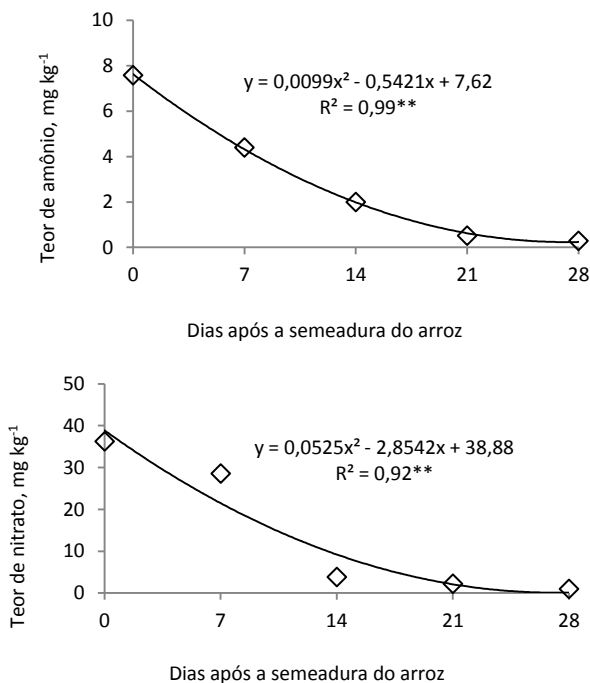


Figura 1. Teores de amônio e nitrato no solo afetados pelos dias após a semeadura do arroz de terras altas. Goianira, GO, safra 2013/2014.

Tabela 2. Altura de plantas, número de perfilhos, número de panículas e produtividade de grãos (PROD) do arroz de terras altas afetados por plantas de cobertura. Goianira, GO, Safra 2013/2014

Plantas de cobertura	Altura cm	Perfilhos nº	Panículas nº. m ⁻²	PROD kg ha ⁻¹
Milheto (M)	85	267	256	4208
M + Crotalária (C)	86	298	264	4047
M + Ruziziensis (R)	87	289	273	4135
M+C+R	87	273	308	4127
Fatores	ANOVA (Probabilidade do teste F)			
Cobertura	0,4432	0,4134	0,3148	0,4129
CV (%)	7,24	11,16	15,37	16,54

CONCLUSÃO

1. A mistura milheto + crotalária proporciona aumento dos teores de nitrato no solo. 2. As plantas de cobertura milheto, milheto + crotalária, milheto + *Brachiaria ruziziensis* e milheto + *Brachiaria ruziziensis* + crotalária proporcionam resultados semelhantes para os teores de amônio no solo, altura de plantas, número de perfilhos, número de panículas e produtividade de grãos do arroz de terras altas cultivado no sistema plantio direto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALI, A. et al. Effect of nitrate, nitrite, glutamate, glutamine and 2-oxoglutarate on RNA, levels and enzyme activities of nitrate reductase in rice. **Physiology and molecular biology of plants**, Heidelberg, Germany v.13, n.1, p.17-25, 2007.
- CRUSCIOL, C.A.C. Nitrate role in basic cation leaching under no-till. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 35, N. 6, p. 1975-1984, 2011.
- FAGERIA, N. K. (Ed.). **The use of nutrients in crops plants**. Boca Raton, FL: CRC Press, 2009.
- FAGERIA, N. K. et al. Yield and yield components of upland rice as influenced by nitrogen sources. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, PA, v. 34, p. 361-370, 2011.
- HOLZSCHUH, M. J. et al. Rice growth as affected by combined ammonium and nitrate supply. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 33, n. 5, p. 1323-1331, 2009.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.
- MORO, E. et al. Upland Rice under no-tillage preceded by crops for soil cover and nitrogen fertilization. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 37, n. 6, p. 1669-1677, 2013.
- NASCENTE, A.S. et al. The no-tillage system and cover crops Alternatives to increase upland rice yields. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 45, p. 124-131, 2013.
- NASCENTE, A. S.; CRUSCIOL, C.A.C. Cover crops and herbicide timing management on soybean yield under no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 2, p. 187-192, 2012.
- NASCENTE, A. S. et al. Ammonium and nitrate in soil and upland rice yield as affected by cover crops and their desiccation time. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 12, p. 1699-1706, 2012.
- NASCENTE, A. S. et al. Straw degradation and nitrogen release from cover crops under no-tillage. **Revista Caatinga**, Mossoró, RN, v. 27, n. 2, p. 166-175, 2014.
- PACHECO, L. P. et al. Produção e ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura nas culturas de arroz de terras altas e de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 35, n. 6, p. 1787-1800, 2011.

PRODUTIVIDADE DE ARROZ IRRIGADO CONDUZIDO SOB PLANTIO DIRETO E PREPARO CONVENCIONAL EM UM ENSAIO DE LONGO PRAZO EM GLEISSOLO HÁPLICO NO SUL DO BRASIL

Walker da Silva Schaidhauer¹; Felipe de Campos Carmona²; Diego Cecagno³; Amanda Posselt Martins⁴; Elio Marcolin⁵; Ibanor Anghinoni⁶

Palavras-chave: Sistemas de cultivo; terras baixas; rendimento relativo.

INTRODUÇÃO

O cultivo de arroz (*Oryza sativa*) no subtrópico brasileiro concentra-se no Estado do Rio Grande do Sul, onde são cultivados cerca de um milhão de hectares anualmente. Essa atividade agrícola constitui-se em uma das mais importantes do Estado, correspondendo a 68,8% da produção nacional de arroz (CONAB, 2015). Praticamente 100% das lavouras são irrigadas por gravidade, em sistema de inundação contínua, que perdura por aproximadamente 100 dias. No restante do ano, parte das áreas cultivadas com o cereal permanecem drenadas para o preparo antecipado do solo, com ou sem a implantação de pastagens de inverno. Outra parte é mantida com a cobertura vegetal, sem mobilização do solo, até a dessecação da vegetação espontânea para a semeadura. Estes sistemas constituem o cultivo mínimo e o plantio direto, os quais representam 67% da área total cultivada. Alternativamente, as áreas podem permanecer em pousio no outono e inverno até o novo preparo da área, manejo característico dos sistemas de preparo convencional e pré-germinado, que totalizam 33% da área cultivada com arroz (Oliveira, 2006).

Os diferentes métodos de preparo do solo têm como objetivo melhorar as condições do solo para facilitar a implantação da cultura e minimizar a competição com plantas daninhas. Contudo, a intensidade da mobilização do solo acaba por interferir em atributos físicos, químicos e biológicos. Do ponto de vista conservacionista, o plantio direto do arroz irrigado pode promover aumento do teor de matéria orgânica do solo (MOS) na camada superficial do solo promovendo a formação de um gradiente de fertilidade no perfil do solo ao longo do tempo (Muzilli, 1983). Em cultivos em solos aeróbios, a adoção de sistemas conservacionistas resulta no aumento dos estoques de carbono orgânico total (COT) do solo, especialmente nas camadas superficiais, pelo aporte sistemático de resíduos vegetais (Diekow et al., 2005). O mesmo pode ocorrer em solos de várzea, o que contribui para o acúmulo de MOS. Consequentemente, as taxas de decomposição da MOS em geral são mais lentas e ineficientes em solos submersos do que em solos aeróbios e isso resulta em acumulação líquida de MOS em solos de várzea com alto aporte de resíduos orgânicos (Sahrawat, 2004).

Assim, este trabalho teve como objetivo acompanhar a evolução da produtividade do arroz irrigado cultivado sob plantio direto, em relação à produtividade da cultura sob preparo convencional do solo ao longo de 16 anos consecutivos em um Gleissolo Háptico.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na Estação Experimental do Instituto Rio Grandense do Arroz (EEA IRGA), no município de Cachoeirinha, Rio Grande do Sul. A região possui clima subtropical úmido e quente (Cfa), segundo classificação de Köppen, com temperatura média

¹ Aluno de graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Avenida Bento Gonçalves, 7712 – CEP 91540-000 – Porto Alegre – RS – Brasil. E-mail: wschaidhauer@hotmail.com.

² Aluno de pós-doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

³ Aluno de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

⁴ Aluno de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

⁵ Pesquisador, Instituto Rio Grandense do Arroz.

⁶ Professor titular, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

anual de 18,4 °C, precipitação média anual de 1.412 mm. O experimento foi instalado em um Gleissolo Háplico Ta distrófico, de textura franca, e esteve sob cultivo de arroz irrigado desde a safra 1994/95 até a safra 2009/10.

Antes da implantação do experimento foi realizada a sistematização da área em quadros. A cada ano, apenas as operações referentes aos manejos de solo foram realizadas, sem nova sistematização. Os sistemas foram dispostos em blocos ao acaso, com três repetições, em parcelas com dimensão de 1.120 m² (28 x 40 m). Nos sistemas PD e PC, a semeadura do arroz foi realizada mecanicamente e em linha, em solo seco. No período de entressafra do sistema plantio direto, a cobertura vegetal predominante foi o azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), estabelecido por semeadura a lanço, no outono, e também por ressemeadura natural. No mês de outubro de cada ano, o azevém foi dessecado quimicamente.

As avaliações da cultura de arroz, ao longo do período compreendido entre 1994/95 e 2009/10, restringiram-se ao rendimento de grãos, que foi obtido pela extrapolação da produção obtida na área útil de cada parcela para um hectare, corrigindo-se a umidade para 130 g kg⁻¹. Os resultados de rendimento de grãos de arroz do sistema PC, ao longo dos 16 anos de cultivo dessa cultura, foram considerados os valores de referência, em relação aos dados obtidos no sistema PD. Foram determinados, portanto, os valores médios de rendimento desse sistema, comparativamente aos valores de referência, a partir da equação: $RR = (\text{Rendimento médio PD} / \text{Rendimento médio PC}) \times 100$. Adicionalmente, foi realizado o mesmo procedimento de relação entre o PD e PC, descontando-se os custos operacionais do sistema PC. Para isso, consideram-se os custos inerentes à prática de uma aração e duas gradagens, ao longo dos 16 anos de estudo. Esses custos foram transformados em rendimento de grãos, e descontados da produtividade do arroz sob preparo convencional. Tanto o preço do arroz (no mês de abril de cada ano), quanto os custos operacionais da aração e gradagens, foram obtidos junto ao Setor de Política Setorial do IRGA (dados não publicados).

Os resultados de rendimento relativo foram submetidos à análise de regressão, utilizando-se as equações polinomiais que melhor se ajustaram aos dados, sendo apresentada a significância estatística da regressão, juntamente com o coeficiente de determinação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento relativo do arroz no sistema de PD, em relação ao PC, foi diferenciado ao longo do tempo (Figura 1). No caso do PD, houve crescimento das produtividades de arroz, em relação ao PC. Entre as safras 1994/95 e 2003/04, o arroz cultivado no sistema PD apresentou rendimento inferior, tendendo a se equiparar ao PC a partir da safra 2004/05 e superando esse sistema de preparo nas safras 2007/08 e 2009/10 (Figura 1a).

A evolução do rendimento do arroz irrigado, conduzido no sistema PD, em relação ao PC apresentou três momentos distintos, que podem ser caracterizados em fase inicial, de transição e de consolidação, de acordo com o proposto por Sá (1999). No período inicial (cinco primeiros anos), a produtividade média do PD em relação ao PC foi 10,4% inferior (Figura 1a). Já na fase de transição, onde começou-se a observar uma tendência de reversão, as produtividades médias, do sexto ao décimo ano, ainda foram 9,2% inferiores. Daí em diante, nas três safras seguintes, o rendimento médio do arroz no sistema PD foi apenas 3% inferior ao PC. Já nas três últimas safras, o rendimento relativo do sistema PD foi sempre superior, atingindo uma média no período 5% acima do rendimento do PC, chegando a um pico de 12%, o que não ocorrera em nenhum momento, caracterizando o período de consolidação do sistema, quando as propriedades emergentes passam a se manifestar e tomar importância (Anghinoni et al., 2013). Nos seis anos seguintes, as produtividades de PD passaram a se aproximar daquelas verificadas no PC e até superá-las (Figura 1a). Essa dinâmica está de acordo com o proposto por Sá (1999), para quem a produtividade tende a ser menor em um sistema conservacionista nos primeiros anos, já

que a imobilização de N pela microbiota do solo pode prejudicar o desenvolvimento da cultura de grãos.

O aumento gradativo da produtividade do sistema PD em relação ao PC pode estar relacionado ao aumento da MOS na camada de 0-5 cm e consequente maior disponibilização de N para a cultura, conforme verificado por Buzato et al. (2013), em avaliações do perfil do solo nesse ensaio, em 2011.

Descontando-se os custos operacionais inerentes ao preparo convencional do solo, nota-se uma dinâmica diferenciada na relação entre os dois sistemas de cultivo. Nos primeiros cinco anos, o rendimento do PD foi, em média, 5,8% inferior e nos cinco anos seguintes, apenas 1,2% inferior (Figura 1b). A partir de então, o rendimento do PD em relação ao convencional foi sempre superior. Em média, 9,5% nos últimos seis anos de avaliações. Considerando-se esse método de comparação, no intervalo de 16 anos, o PD apresentou-se mais rentável em nove, e o PC, em sete anos.

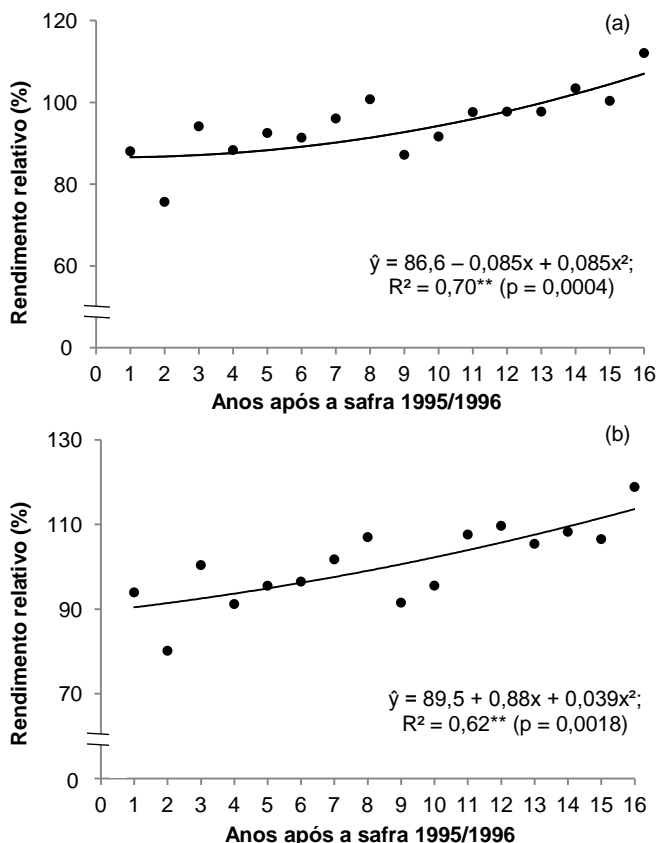


Figura 1. Rendimento relativo da cultura do arroz, em função dos sistemas de cultivo plantio direto e convencional (a), e plantio direto em relação ao preparo convencional do solo, descontando-se os custos operacionais do sistema PC (b), entre as safras agrícolas 1994/95 e 2009/10. Cachoeirinha, RS.

CONCLUSÕES

O rendimento relativo do arroz aumenta no sistema de plantio direto, com o passar do tempo, em relação aos rendimentos do preparo convencional. Esse aumento é ainda mais expressivo quando desconta-se os custos inerentes ao preparo convencional de solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropico brasileiro. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa, v. 8, p. 221-278, 2013.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira** – grãos – safra 2014/2015 – nono levantamento – junho / 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_11_09_00_38_boletim_gaos_junho_2015.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2015.
- BUZATO, L. F. et al. Alterações de atributos químicos de um solo cultivado sob diferentes sistemas de cultivo por longo prazo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, RS: Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, 2013. v. 2. p. 854-859.
- DIEKOW, J. et al. Soil C and N stocks as affected by cropping systems and nitrogen fertilisation in a Southern Brazil Acrisol managed under no-tillage for 17 years. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 81, p. 87-95, 2005.
- MUZILLI, O. Influência do sistema plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 7, p. 95-102, 1983.
- OLIVEIRA, C. F. (Coord.). **Censo da lavoura de arroz irrigado do Rio Grande do Sul safra 2004/05**. Porto Alegre: IRGA, 2006. 122 p.
- SA, J. C. M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; LOPES, A. S. (Eds). **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Lavras: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. p. 267-321.
- SAHRAWAT, K.L. Elemental composition of rice plant as affected by iron toxicity under field conditions. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 31, p. 2819-2827, 2004.

PRODUTIVIDADE DE ARROZ IRRIGADO E ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E GESSO

Vanderson Modolon Duarte¹; Adriana Modolon Duarte²; Fernando José Garbuio³; Eduardo Fávero Caires⁴; Evandro Parisotto⁵; Rodrigo Soares⁶

Palavras-Chave: acidez do solo, sulfato, híbrido, cultivo mínimo, Inov CL.

INTRODUÇÃO

O cultivo de arroz em Santa Catarina ocupa uma área de aproximadamente 150 mil hectares, predominando como sistema de cultivo o pré germinado. Neste sistema as áreas destinadas ao cultivo de arroz são mantidas alagadas durante grande parte do ano. Sendo assim, a correção da acidez do solo não é necessária devido ao fenômeno da auto calagem aumentar naturalmente o pH do solo. Por isso a aplicação de calcário nesse sistema é recomendada apenas quando os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} trocáveis estão abaixo de 20 e 5 mmolc dm^{-3} , respectivamente. Para fazer a elevação destes teores normalmente utiliza-se 1 a 2 t ha^{-1} de calcário dolomítico (Comissão de Química e Fertilidade do solo, 2004). Com o avanço da tecnologia, o sistema de semeadura em solo seco, ou cultivo mínimo, muito utilizado no estado do Rio Grande do Sul, vem sendo adotado pelos produtores Catarinense. Nas áreas de cultivo de arroz em que este sistema é adotado, o fenômeno da "auto calagem" não ocorre na mesma proporção, sendo exigida a calagem. Para fins de recomendação é utilizado o índice SMP para elevação do pH em água para 5,5. Com a utilização deste novo sistema de produção em Santa Catarina, algumas dúvidas referentes à correção da acidez e adubação estão aparecendo.

Solos com baixos teores de matéria orgânica, de argila e intensivamente cultivados com arroz irrigado são potencialmente susceptíveis a deficiência de enxofre. Nessa condição, caracterizada por teor de enxofre no solo menor que 10 mg dm^{-3} (teor crítico), ocorre resposta positiva em produtividade da cultura (SOSBAI, 2014). O gesso agrícola, bem estudado em terras altas é uma alternativa para suprir a deficiência desse nutriente, porém há um déficit de estudo desse material em áreas alagadas.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar as alterações nos atributos químicos do solo e na produtividade de grãos de arroz irrigado em função da aplicação de calcário dolomítico e gesso agrícola em sistema de cultivo mínimo em duas safras consecutivas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante as safras 2013/14 e 2014/15 na área experimental de arroz irrigado do Instituto Federal Catarinense - Câmpus Santa Rosa do Sul, localizado no município de Santa Rosa do Sul/SC. O experimento foi conduzido em um solo caracterizado como um Gleissolo Melânico Tb Distrófico (Embrapa, 2006).

O delineamento experimental foi de blocos casualizados em parcelas subdivididas com três repetições. Nas parcelas principais (24 x 10 m) foram implantados os tratamentos de calcário dolomítico, que consistiram em quatro doses 0, 0,5, 1 e 1,5 vez a dose recomendada, ficando definidos como: 0, 2, 4, 6 t ha^{-1} . Tais valores foram definidos pelo

¹ Acadêmico no curso de Engenharia Agrônômica, Instituto Federal Catarinense - Câmpus Santa Rosa do Sul, vanderson_duarte@hotmail.com

² Acadêmica no curso de Engenharia Agrônômica, Instituto Federal Catarinense - Câmpus Santa Rosa do Sul.

³ Professor, Doutor em Agronomia, Instituto Federal Catarinense – Câmpus Santa Rosa do Sul.

⁴ Professor, Doutor em Agronomia, Universidade Estadual de Ponta Grossa.

⁵ Eng. Agrônomo, RiceTec – Santa Maria/RS.

⁶ Eng. Agrônomo, RiceTec– Santa Maria/RS.

índice SMP para elevação dos valores de pH em água para 5,5 considerando a camada de 0 - 0,20 m (Comissão de Química e Fertilidade do solo, 2004). No dia 15/06/2013 fez-se a aplicação de calcário dolomítico manualmente, sem incorporação. Nas subparcelas (6 x 10 m) a aplicação de gesso agrícola também foi realizada de forma manual, sem incorporação, 67 dias após a aplicação de calcário, com quatro níveis: 0, 2, 4, 6 t ha⁻¹.

O híbrido de arroz utilizado foi a cultivar INOV CL, semeada na densidade de 45 kg ha⁻¹ de semente. A semeadura foi realizada em cultivo mínimo, em linhas com espaçamento de 0,17 m. A semeadura ocorreu no dia 02/11/2013 e 11/11/2014, primeiro e segundo ano, respectivamente. A adubação de base foi 20 kg ha⁻¹ de N, 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅, e 70 kg ha⁻¹ de K₂O, para ambos os anos de cultivo. Os controles de plantas daninhas, pragas e doenças foram realizados de acordo com o aparecimento e recomendações regionais.

Foi realizada coleta de solo na camada de 0-0,20 m de profundidade, 17 meses após a aplicação da calagem. Esta coleta ocorreu entre a colheita da primeira safra e a semeadura da segunda safra. Para a estimativa da produtividade foi colhida uma área útil de 4 m² em cada subparcela. A colheita foi realizada de forma manual. O material colhido foi trilhado em trilhadeira estacionária. Foram coletadas amostras para determinação da umidade, a qual foi corrigida em todas as parcelas para 130 g kg⁻¹ de água.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e foram ajustadas equações de regressão por polinômios ortogonais, mediante auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os atributos químicos do solo na camada de 0 - 0,20 m de profundidade foram influenciados pela aplicação de calcário e gesso (Tabela 1). A calagem aumentou de forma linear o pH, índice SMP, teores cálcio (Ca) e magnésio (Mg) trocáveis e saturação de bases (V%), além de reduzir o teor de alumínio (Al) trocável. O gesso aumentou de forma linear os teores de Ca e S, reduzindo o teor de Al (Tabela 1).

Tabela 1: Atributos químicos do solo na camada de 0 - 0,20 m de profundidade aos 17 meses após a aplicação de calcário.

Tratamentos	pH ¹	SMP ²	Al	Ca	Mg	K	S-SO ₄ ⁻²	M.O.	V
Calcário t ha⁻¹			-----	mmolc dm ⁻³	-----		mg dm ⁻³	%	%
0	4,27	6,27	5,52	33,66	18,39	1,40	23,42	3,23	61,04
2	4,58	6,38	2,69	38,68	22,12	1,35	22,47	3,24	66,45
4	4,59	6,53	3,33	38,61	24,47	1,33	21,86	3,02	70,02
6	4,87	6,57	2,43	44,39	30,03	1,29	20,21	3,24	73,20
Efeito	L**	L**	L**	L**	L**	ns	ns	ns	L**
C.V. (%)	2,73	1,44	28,21	8,85	14,80	10,76	18,24	14,02	5,19
Gesso t ha⁻¹									
0	4,57	6,43	4,07	36,97	23,87	1,39	19,22	3,13	66,89
2	4,58	6,45	3,55	37,61	23,32	1,31	19,50	3,09	67,57
4	4,56	6,40	3,37	39,64	23,84	1,32	22,49	3,25	67,00
6	4,62	6,47	2,99	41,12	23,97	1,35	26,75	3,25	69,24
Efeito	ns	ns	L**	L**	ns	ns	L**	ns	ns
C.V. (%)	2,17	1,41	19,80	6,42	10,91	11,18	11,28	11,06	4,63

¹ pH em CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹, ² Índice SMP; L = efeito linear por regressão polinomial, ** significativo p < 0,01 e ns- não significativo.

Os efeitos da aplicação de calcário e gesso no solo, cultivado com arroz irrigado, são semelhantes aos observados em áreas de terras altas, utilizadas para cultivos de soja, milho e cereais de inverno (CAIRES et al., 2002, 2003, 2004). A resposta na produtividade

de arroz, em função da calagem, foi diferente para cada ano avaliado. Na primeira safra foi observado efeito negativo das doses de calcário e no segundo ano, a calagem não afetou a produção de grãos de arroz (Figura 1). A melhoria dos atributos químicos do solo (Tabela 1) causada pela aplicação de calcário não foram eficientes em aumentar a produtividade de arroz irrigado. A coleta do solo foi realizada no período em que o solo não se encontrava saturado, portanto, o aumento do valor do pH do solo na ordem de 0,6 unidade de pH, entre a testemunha e a maior dose de calcário, pode ser potencializada com a inundação da área. Isso pode afetar a disponibilidade de micronutrientes, influenciando negativamente a produtividade da cultura.

A aplicação de gesso agrícola foi eficiente em aumentar a produtividade de arroz irrigado em ambas as safras estudadas (Figura 1). Os aumentos dos teores de Ca e $S-SO_4^{2-}$ no solo, causados pela aplicação de gesso (Tabela 1), possivelmente são os fatores responsáveis pela resposta positiva da cultura. Os incrementos na produção foram da ordem de 139,8 e 261,2 kg de arroz para cada tonelada de gesso aplicada, para a primeira e segunda safra respectivamente. Respostas de gramíneas a aplicação de gesso agrícola são encontradas na literatura (CAIRES et al., 2002), porém não são observados estudos em áreas de arroz irrigado.

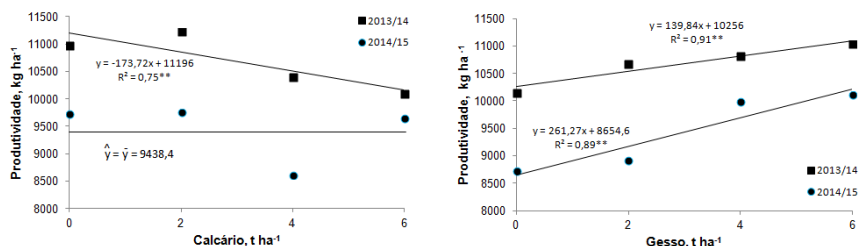


Figura 1: Produtividade de híbrido de arroz irrigado (Inov CL) em função da calagem e gessagem. **: $p < 0,01$.

CONCLUSÃO

A aplicação de calcário corrigiu a acidez do solo, porém não foi eficiente em aumentar a produtividade de arroz irrigado, sendo que na primeira safra promoveu redução na produtividade da cultura.

A aplicação de gesso agrícola foi eficiente em aumentar a produtividade de arroz irrigado nas duas safras estudadas, demonstrando o potencial de uso do produto para esta cultura.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro ao estudo, ao Instituto Federal Catarinense - Câmpus Santa Rosa do Sul pelo fornecimento de bolsas de estudo aos alunos e a Empresa RiceTec pela parceria e apoio no desenvolvimento do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAIRES, E.F.; FELDHAUS, I.C.; BARTH, G. & GARBUIO, F.J. Lime and gypsum application on the wheat crop. **Scientia Agricola**, 59:357-364, 2002.
- CAIRES, E.F.; BLUM, J.; BARTH, G.; GARBUIO, F.J. & KUSMAN, M.T. Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27:275-286, 2003.
- CAIRES, E.F.; KUSMAN, M.T.; BARTH, G.; GARBUIO, F.J. & PADILHA, J.M. Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 28:125-136, 2004
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os estados do RS e SC**. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do solo – Núcleo Regional Sul, 2004. 394 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- SOSBAI – Sociedade Sul – Brasileira de Arroz Irrigado. Arroz Irrigado: **Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. XXX Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado, Bento Gonçalves, RS. Santa Maria, 2014. 192 p., Il.

PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADOS COM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DA ÁGUA EM VÂRZEA DE RORAIMA

Emília Estefania Villaiba Morinigo¹; Antonio Carlos Centeno Cordeiro²; Edgley Soares da Silva¹ Pâmela Gomes Costa³; Augusto César Falcão Sampaio¹.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L. Irrigação, suministro.

INTRODUÇÃO

O arroz é um dos alimentos mais antigos e mais consumidos do mundo. No aspecto nutricional, é um dos alimentos melhores balanceados (CABRAL, 2002). O arroz irrigado é assunto em vários debates envolvendo conservação de água em nível mundial, por estar entre as espécies que mais utilizam irrigação e por ser classificada como muito exigente quanto ao uso de água durante o ciclo de desenvolvimento (MACHADO et al., 2006). Diante da preocupação com a produção de alimentos e a crise mundial da água, elevar a eficiência de uso de água, é uma meta de extrema importância para a sustentabilidade da produção de arroz (SARTORI et al., 2013).

Em Roraima, o agronegócio do arroz tem participação significativa na geração de emprego, renda e no Produto Interno Bruto (PIB), sendo uma das poucas cadeias produtivas efetivamente estabilizadas no Estado (FABRE, 2011; CORDEIRO, 2008). A maioria da produção (75%) é exportada para outros estados, principalmente para o Amazonas, e o restante (25%) é o suficiente para o abastecimento do mercado local. As cultivares mais utilizadas são as IRGA 417, BR IRGA 409 e Roraima, e em menor escala a IRGA 422 CL (CORDEIRO, 2008). Mais recentemente, entretanto, outras cultivares já vem sendo utilizadas como as IRGA 424, IRGA 428 CL e Puitá INTA CL.

No entanto, o volume de água disponível para irrigação das áreas de lavoura, é uma preocupação de muitos agricultores, pois em períodos de longas estiagens no verão, a oferta de água diminui, não só para a agricultura, como também para o abastecimento das zonas urbanas.

Devido a isto, é necessário buscar alternativas de como se utilizar a água de maneira mais eficiente, principalmente na lavoura de arroz, já que na agricultura a eficiência de uso de água é a relação entre o rendimento de grãos e o volume de água usado (kg m^{-3}) (MARCOLIN et al., 2013). A maioria dessas estratégias são eficazes, porém, algumas delas apresentam certas restrições à sua utilização, pelo aumento de custos e necessidade de precisão no controle da água de irrigação e diminuição no rendimento de grãos (SOSBAI, 2007).

Neste sentido, objetivou-se avaliar a produtividade oito cultivares de arroz irrigado sob diferentes sistemas de manejo da água, em várzeas do Rio Branco, Boa Vista, Roraima.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de dezembro de 2014 a abril de 2015 em área de várzea do Rio Branco na Fazenda Santa Cecília, localizada no município de Cantá, estado de Roraima, cujas as coordenadas geográficas de referência são: 60° 39' 19" W e 02° 48' 29" N com 61 metros de altitude.

O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Aw, tropical chuvoso, com precipitação média anual de 1600 mm, umidade relativa anual 70% e temperatura

¹ Mestrando em agronomia pela Universidade Federal de Roraima, Bairro Cauamé, 69.310-270, Boa Vista-RR, emibta@hotmail.com;

² Pesquisador da Embrapa Roraima.

³ Graduanda em agronomia pela Universidade Federal de Roraima.

média anual de 27,4 °C (ARAÚJO et al., 2001).

O solo da área experimental é classificado como Gleissolo Háplico Tb distrófico (Embrapa 2006). Os resultados da análise química e granulométrica das amostras coletadas na área, na camada de 0 a 20 cm de profundidade foram: pH/H₂O = 4,9; MO = 12,9 g kg⁻¹; P = 10,14 mg dm⁻³; K = 0,11 cmolc dm⁻³; Ca = 0,58 cmolc dm⁻³ Mg = 0,27 cmolc dm⁻³; Al = 1,11 cmolc dm⁻³; argila = 33%; silte = 41%; areia = 25%.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema de arranjo em faixas com quatro repetições. Os tratamentos consistiram-se da avaliação de oito cultivares de arroz (BRS Tropical; BRS 358 Japônica; BRS Catiana; BRS Pampa; BRS Roraima; IRGA 424; IRGA 428 e Puitá INTA CL), com quatro sistemas de manejo da água de irrigação: (M1): suministro intermitente até a colheita (solo saturado), (M2): suministro intermitente na fase vegetativa (até o primórdio floral – 45 dias após a emergência), seguida de inundação contínua a maturação (90% das panículas maduras), (M3): inundação contínua até primórdio floral (45 dias após a emergência), seguida de suministro intermitente até a maturação), e M4: Inundação contínua.

As parcelas foram espaçadas entre si por taipas, com dimensões de 20,0 m x 6,70 m (134,0 m²) e as faixas de plantio de 1, 40 m x 5,0 m² (7,00 m²) compostas de 7 linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,20 m, com densidade de semeadura de 110 sementes por metro linear. A área útil colhida foi de 4 m².

A adubação de base foi de 450 kg ha⁻¹ da fórmula 08-28-16 + micro, com adubação em cobertura de 300 kg ha⁻¹ de ureia (45% de N) aplicada em duas doses de 150 kg ha⁻¹ no início do perfilhamento (15 dias após a emergência) e na diferenciação do primórdio floral (45 dias após a emergência).

A irrigação foi iniciada no estádio V4 (4 folhas), correspondendo a 25 dias após a emergência (DAE). Durante o período da irrigação cada parcela recebeu o manejo de água correspondente, mantendo uma lamina de água de 5 cm para o manejo contínuo e as parcelas de suministro intermitente foram irrigadas até uma lamina de 5 cm, após apresentarem o solo saturado recebiam água de novo.

O controle de plantas daninhas foi realizado em pré-emergência, após a semeadura, aplicando 2 litros de Ronstar 250 br/ha (oxadiazon), na forma de pulverização sobre o solo, com umidade próxima à saturação.

Avaliou-se a produtividade de grãos através da colheita e pesagem dos grãos da área útil da parcela convertendo-se a um hectare. Os dados foram submetidos à análise de variância com o nível de significância determinado pelo teste F a 5% de probabilidade. Para a comparação entre as médias da interação das cultivares com os sistemas de manejo, empregou-se o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1 - Análise de variância (Quadrado médio) para a produtividade de cultivares de arroz submetidas à manejos de irrigação em várzea de Roraima, 2015

FV	GL	Quadrado médio
		Produtividade
Bloco	3	2260254,43*
Manejo	3	1871790,87ns
Erro 1	9	513337,50
Cultivar	7	14439793,33**
Erro 2	21	560904,87
Manejo x Cultivar	21	1661794,69**
Erro 3	63	506996,38
Média geral		6360,62
CV% 1		11,26
CV% 2		11,77
CV% 3		11,19

**, * e ns. Significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente a 5% de probabilidade pelo teste F.

Houve interação entre a cultivar e o manejo empregado. Os baixos valores de CV apresentados na (Tabela 1) designam boa precisão experimental.

As medias variaram de 4460,25 a 8898,25 kg ha⁻¹, as quais foram encontradas para a cultivar BRS Catiana na inundação contínua e Puitá Inta CL suministro intermitente até a colheita (solo saturado), respectivamente. Os resultados de produtividade no sistema de cultivo com irrigação por inundação contínua foram semelhantes com o obtido por Cordeiro et. al. (2010) em trabalho de desempenho produtivo de genótipos de arroz em várzea de Roraima (8.684 kg ha⁻¹).

Segundo Santos (2008) o sistema por inundação contínua é o mais utilizado por apresentar maior praticidade na execução, assim como, aumenta a produtividade e melhora a qualidade industrial dos grãos de arroz.

Em geral observou-se que os melhores resultados foram obtidos para cultivar BRS Catiana independentemente do manejo realizado, isso pode demonstrar que essa cultivar apresenta um elevado potencial para o cultivo nas condições edafoclimáticas locais.

Ressalta-se ainda que de forma geral as cultivares não apresentaram problemas de pragas e doenças de importância econômica o que favoreceu um melhor desempenho das plantas.

Tabela 2 - Valores médios de produtividade de cultivares de arroz submetidas à manejos de irrigação em várzea de Roraima, 2015

Cultivares	Produtividade (kg ha ⁻¹)				Média
	Manejo 1	Manejo 2	Manejo 3	Manejo 4	
BRS Tropical	5726,25bA	6318,75bA	6797,00bA	6641,75cA	6370,93
BRS Japonica	5662,75bA	5905,25bA	5697,00cA	5321,00dA	5646,50
BRS Catiana	8054,25aA	8512,75aA	7983,50aA	8898,25aA	8362,18
BRS Pampa	6420,25bB	7554,00aA	5602,25cB	5954,75dB	6382,81
BRS Roraima	6218,00bA	6412,25bA	6264,00cA	7006,50cA	6475,18
BRS Irga 424	6439,00bB	5726,00bB	7119,00bA	7577,75bA	6715,43
BRS Irga 428	5916,50bA	4401,50cB	6570,25bA	5672,75dA	5640,25
BRS Puitá Inta CL	4460,25cB	4837,75cB	5877,75cA	5991,00dA	5291,68
Média	6112,15	6208,53	6488,84	6632,96	

Médias seguidas de mesmas letras, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O maior rendimento de grãos para a maioria das cultivares foi observado nos manejos 3 e 4, inundação continua até primórdio floral (45 dias após a emergência), seguida de suministro intermitente até a maturação e Inundação contínua, respectivamente. No entanto a cultivar BRS Pampa respondeu de forma contrária, sendo verificado maiores rendimentos no manejo 2, suministro intermitente na fase vegetativa (até o primórdio floral – 45 dias após a emergência), seguida de inundação continua a maturação (90% das panículas maduras).

O fato do baixo rendimento da maioria das cultivares no manejo 1 (suministro intermitente até a colheita) pode ser explicado pela alta infestação de plantas daninhas verificadas neste manejo.

A altura média das plantas observada foi de 78,1 cm para BRS Catiana, com mínima de 60,5 cm para Irga 428 e máxima de 85,3 cm na cultivar BRS Tropical, destacando-se que nenhuma apresentou problemas de acamamento. As médias do número de panículas m⁻², observada foi o máximo de 220,0 unidades para BRS Catiana, com mínima de 139,0 para BRS Tropical, destacando-se que o ciclo da cultivar BRS Catiana foi um pouco maior (135 dias - ciclo médio) com relação as outras cultivares (dados não apresentados).

CONCLUSÃO

A cultivar BRS Catiana apresenta maior rendimento de grãos em comparação as demais cultivares independente do manejo da água.

O manejo de inundação contínua proporciona maior rendimento para a maioria das cultivares.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (POSAGRO - UFRR), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Empresa brasileira de pesquisa agropecuária (Embrapa Roraima).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, W. F. et al. Precipitação pluviométrica provável em Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.3, p.563-567, Dez. 2001.
- CABRAL, B. D. O futuro do arroz. **Revista Cultivar Grandes culturas**, Pelotas, n.36 p.40-42, Fev. 2002.
- FABRE, D. V. O. et al. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em arroz de várzea. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 29-38, mar. 2011.
- MACHADO, S.L.O. et al. Consumo de água e perdas de nutrientes e de sedimentos na água de drenagem inicial de arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria. v.36, n.1, p.65-71, Fev. 2006.
- CORDEIRO, C. A. C.; SUHRE, E.; MEDEIROS, R. D. (Ed) Desempenho produtivo de genótipos de arroz em diferentes sistemas de semeadura e manejo de irrigação em várzea de Roraima. 2008.
- MARCOLIN, E.; ÁVILA C De; CARMONA, F DE C.; OLIVEIRA, A, De; ZSCHORNACK, T.; MARCOLIN, E.; LONGARAY, R. J.; FONSECA, E. L. Rendimento de grãos e eficiência de uso de água em lavouras comerciais de arroz irrigado no RS. 2013.
- SANTOS, A. B. **Cultivo do Arroz Irrigado no Estado do Tocantins**: Sistema de plantio. Disponível em: <<http://sistemaproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 26 jun. 2015.
- SOSBAI – Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. Recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO. 5. 2007, Pelotas, **Anais...** UFSM, Sociedade Sul Brasileira de arroz irrigado. p.115-118. 1 CD-ROM.

PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE ARROZ IRRIGADO EM FUNÇÃO DA DRENAGEM DA ÁGUA A PARTIR DO FLORESCIMENTO PLENO

Elio Marcolin¹; Cleiton José Ramão²; Mara Grohs³; Roberto Carlos Doring Wolter⁴; Armando Fontoura Neto⁵

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., período de supressão de água, cultivar IRGA 424

INTRODUÇÃO

O arroz irrigado é o cereal mais cultivado na metade sul do Rio Grande do Sul (RS) e, na safra 2014/15 foram cultivados, aproximadamente 1,12 milhões de hectares (IRGA, 2015). Além da área, este cereal tem importância fundamental no desenvolvimento socioeconômico destas regiões.

Comparando-se com outras culturas anuais, o arroz irrigado utiliza maior volume de água, por permanecer a maior parte de seu ciclo com lâmina de água livre na superfície do solo. No entanto, em função da grande necessidade de água que os seres vivos necessitam para a sobrevivência, devemos buscar alternativas para racionalizar o uso de água sem interferir no desenvolvimento agrícola, industrial e humano.

Entre os três segmentos (lavoura, indústria e uso humano), a lavoura irrigada é a maior usuária de água pois, aproximadamente, 89 % da água captada dos mananciais no RS é utilizada na produção de alimentos. Das culturas irrigadas o arroz é a que mais usa água por ter a maior área irrigada no RS e, outro fator que também pode aumentar o uso de água é o sistema de irrigação adotado que quando o manejo não é adequado favorece a baixa eficiência de uso de água.

Atualmente existem questionamentos de até quando é necessária a manutenção da lâmina de água na superfície do solo na lavoura de arroz. Geralmente, o período entre o florescimento (50 %) e o ponto de colheita, é em torno de 37 a 42 dias. Segundo Counce et al. (1993), após o florescimento (50 %), a supressão da irrigação aos 7 dias e drenagem aos 14 dias ou, a supressão da irrigação aos 14 dias e drenagem logo a seguir, resultaram nas maiores produtividade de grãos e de rendimento de engenho (grãos inteiros polidos). Em ensaio em andamento (dados não publicados), observou-se que o tratamento onde foi realizada a drenagem da água aos 14 dias após o florescimento pleno (80 %), tem demonstrado redução de 16 % no volume de água usado na lavoura, sem afetar a produtividade e o rendimento de grãos inteiros. Além da redução no volume de água, há a redução no custo da lavoura, já que a irrigação durante o ciclo da cultura representa 10,74 % do custo total de produção (IRGA, 2013). Neste sentido, o objetivo deste ensaio foi avaliar a produtividade grãos da cultura de arroz irrigado em função dos diferentes períodos de drenagem a partir do florescimento pleno.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado em quatro locais, em áreas niveladas, na Estação Experimental

¹ Eng. Agr. M. Sc., EEA/IRGA, Av. Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494, CEP 94930-030, Cachoeirinha, RS. Elio-marcolin@irga.rs.gov.br.

² Eng. Agr., IRGA

³ Eng. Agr. M. Sc., IRGA

⁴ Eng. Agr. Dr., IRGA

⁵ Bolsista do CNPq PIBIC-IRGA

do Arroz do IRGA de Cachoeirinha e nas Estações Experimentais Regionais do IRGA em Cachoeira do Sul, Uruguaiana e Santa Vitória do Palmar no RS. O início da irrigação para todos os tratamentos foi entre $V_3 - V_4$ (três a quatro folhas) de acordo com a escala proposta por Counce et al. (2000), com altura média da lâmina de 5 cm. Os tratamentos se diferiram apenas no momento da drenagem da água a partir do florescimento pleno (80 % das espiguetas floridas) até os 35 dias após o mesmo. Os tratamentos estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Descrição detalhada dos tratamentos utilizados no ensaio.

Tratamentos	Descrição
T1	Inundação contínua até o florescimento pleno, em seguida, drenagem
T2	Inundação contínua até 7 dias após o florescimento pleno, em seguida, drenagem
T3	Inundação contínua até 14 dias após o florescimento pleno, em seguida, drenagem
T4	Inundação contínua até 21 dias após o florescimento pleno, em seguida, drenagem
T5	Inundação contínua até 28 dias após o florescimento pleno, em seguida, drenagem
T6	Inundação contínua até 35 dias após o florescimento pleno (ponto de colheita), em seguida, drenagem

A cultivar utilizada foi a IRGA 424 (ciclo médio entre emergência e maturação fisiológica, de 132 dias), na densidade de 100 kg ha^{-1} de sementes. As sementes de arroz foram previamente tratadas com inseticida fipronil (4 g i.a. 10 kg de sementes⁻¹) para controle preventivo da bicheira-da-raiz (*Oryzophagus oryzae*) e com fungicida à base de thiram e de carboxina (2,5 mL kg de sementes⁻¹) para controle de fungos de solo. O controle de plantas daninhas foi realizado pela aplicação de herbicidas recomendados (SOSBAI, 2014) em pós-emergência. O delineamento experimental foi em faixas de $690,00 \text{ m}^2$ e, em cada faixa foi instalado um tratamento com três repetições. A semeadura foi realizada na segunda quinzena de outubro de 2014 e a adubação seguiu as recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil (SOSBAI, 2014), de acordo com os resultados de análise do solo. Para a semeadura foi utilizada uma semeadora-adubadora de parcelas com espaçamento de $0,17 \text{ m}$ entrelinhas. A primeira dose (2/3) de N em cobertura foi aplicada no seco, logo antes da inundação, no estágio entre $V_3 - V_4$ e, a segunda dose (1/3) de N em cobertura foi aplicada no estágio V_8 .

Neste trabalho foi avaliado a produtividade de grãos. A análise estatística dos dados foi realizada usando-se o teste F para a análise da variância. As médias dos tratamentos, quando necessárias, foram comparadas entre si pelo teste de Duncan em nível de 5 % de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de produtividade de grãos em função dos diferentes períodos de drenagem da água a partir do florescimento pleno, estão na Tabela 2. Os resultados dos locais de Cachoeirinha e Cachoeira do Sul mostram que não houve diferença na produtividade de grãos entre os diferentes tratamentos de drenagem da água, em razão de ter ocorrido precipitações pluviais regulares a partir do florescimento pleno. Em razão disto não houve deficiência hídrica e contribuiu para que não houvesse redução na produtividade de grãos, mesmo nos períodos em que foi realizada a drenagem da água logo após e, 7 dias após o florescimento pleno (tratamentos T1 e T2, respectivamente). Os dados são preliminares, pois o ensaio foi realizado em apenas uma safra agrícola, porém, o mesmo deverá ter continuidade, pelo menos, por mais duas safras. Os resultados de Uruguaiana mostram que a drenagem da água logo após o florescimento pleno foi prejudicial para o

enchimento de grãos e, o tratamento com drenagem logo após o florescimento pleno (T1) apresentou a produtividade menor e diferenciou estatisticamente, dos demais tratamentos. Isto se deu pelo motivo de não ter havido a ocorrência de precipitação pluvial num período de sete dias após a drenagem. Este período seco ocasionou deficiência hídrica para as plantas, comprometendo a produtividade de grãos. Em Santa Vitória do Palmar, após o florescimento pleno das plantas de arroz, as precipitações pluviais foram baixas, ou seja, típicas de anos com ocorrência de estiagem, evidenciando maior diferença significativa entre os tratamentos. Em razão da drenagem precoce logo após o florescimento pleno, o tratamento T1 foi o que expressou a produtividade de grãos menor devido a deficiência hídrica e, diferenciou dos demais tratamentos. O tratamento T2, apesar da drenagem da água ter ocorrida 7 dias após, o enchimento de grãos também ficou comprometido pela deficiência hídrica e portanto, produtividade de grãos menor que os tratamentos T3, T4 e T5 que não diferenciaram entre si. Apesar de serem dados preliminares, os resultados vêm a concordar com Counce et al. (1993), que a supressão e drenagem da água 14 ou mais dias após o florescimento, não comprometem a produtividade de grãos.

Tabela 2 – Produtividade de grãos da cultivar de arroz irrigado IRGA 424, em quatro locais no RS, em função dos diferentes períodos de drenagem da água a partir do florescimento pleno, na safra 2014/15.

Locais dos ensaios	Tratamentos						C.V. (%)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
----- Produtividade de grãos, Mg ha ⁻¹ -----							
EEA - Cachoeirinha	10,09 ^{ns}	10,01	10,00	10,16	10,03	9,94	1,9
Cachoeira do Sul	11,84 ^{ns}	11,76	*	*	11,46	11,30	3,3
Uruguiana	10,73b	12,15a	12,38a	12,19a	12,49a	12,14a	3,7
Santa Vitória do Palmar	7,26c	8,59b	10,07a	10,31a	10,22a	*	2,2

C.V.: Coeficiente de variação.

*Tratamentos perdidos por fatores abióticos.

Na linha, médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Duncan (p ≤ 0,05). ns = não significativo na linha.

CONCLUSÃO

Em anos em que a precipitação pluvial é regular, a drenagem pode ser feita logo após o florescimento pleno, sem afetar a produtividade de grãos de arroz. Porém, quando a precipitação pluvial é insuficiente para as plantas de arroz, a drenagem não deve ser realizada antes de 14 dias após o florescimento pleno, independente dos locais de cultivo.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de iniciação científica ao acadêmico em agronomia Armando Fontoura Neto, para a viabilização da pesquisa realizada na EEA/IRGA em Cachoeirinha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v.40, n.2, p. 436-443, 2000.
- COUNCE, P. A.; SIEBENMORGEN, T. J., VORIES, E. D. **Post-heading irrigation management effects on rice grain yield and milling quality**. Arkansas, Arkansas

Agricultural Experiment Station. Division of Agricultural. 1993. 12p. (Boletim Técnico, 940).
SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado:** recomendações técnicas para o Sul do Brasil. Santa Maria, RS: SOSBAI, 2014. 192 p., il.
IRGA. **Custo de produção.** Safra 2013/14 (out 2013). Disponível em: < http://www.irga.rs.gov.br/upload/20140318133121custo_de_produção_médio_ponderado_arroz_irrigado.pdf >. Acesso em: 10 jun. 2015.
IRGA. **Safras.** Evolução da semeadura – safra 2014/15. Disponível em: < http://www.irga.rs.gov.br/upload/20150109163430evolucao_da_semeadura_14_15.pdf >. Acesso em: 17 jun. 2015.

PRODUTIVIDADE DO ARROZ DE TERRAS ALTAS AFETADA POR PLANTAS DE COBERTURA EM CABO DELGADO, MOÇAMBIQUE

José Damiro¹; Adriano Stephan Nascente²

Palavras-chave: *Pennisetum glaucum* L., *Lablab purpureus* (L.) Sweet, *Mucuna pruriens* L., *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek, *Vigna unguiculata* L.

INTRODUÇÃO

Devido ao uso de plantas de cobertura e ao não revolvimento do solo, o sistema plantio direto (SPD), possibilita diversos benefícios ambientais, pois aumenta os teores de matéria orgânica e a atividade biológica do solo, reduz as oscilações de temperatura do solo, diminui a erosão laminar, o carreamento de fertilizantes e agrotóxicos para os mananciais de água e reduz a densidade populacional de plantas daninhas (NASCENTE et al., 2013).

As plantas de cobertura podem ser utilizadas também para a produção de grãos que servem de alimentos para os agricultores (STEVENSON; VAN KESSEL, 1996; FILIZADEH et al., 2007). Essa característica é muito importante para os agricultores familiares nos países da América Latina e África, que além de terem os benefícios proporcionados pelas plantas de cobertura ao ambiente, podem ter mais uma fonte de alimentos para complementar a dieta da família. Entretanto, considerando as peculiaridades de cada região, ainda é pouco o conhecimento sobre as principais características das plantas de cobertura com relação à produção de biomassa e de grãos (OLIVEIRA et al., 2002). Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi avaliar a produção de biomassa e de grãos de plantas de cobertura e seus efeitos nos componentes de produção e produtividade de grãos do arroz de sequeiro em Moçambique.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na aldeia Nambaua, distrito de Macomia, Província de Cabo Delgado, em Moçambique. O clima na região é classificado como Aw, tropical de savana, mesotérmico, segundo a classificação de Koppen, com duas estações bem definidas, a seca de maio a setembro e a chuvosa de outubro a abril. A altitude é de 1000 m e a precipitação média anual é superior a 1000 mm, com temperatura média anual de 22 °C. O solo é franco-argiloso, castanho acinzentado e bem drenado.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram compostos pelas plantas de cobertura: Mexoeira (*Pennisetum glaucum* L.); feijão namarra (*Lablab purpureus* (L.) Sweet), feijão mucuna (*Mucuna pruriens* L.), feijão oloco (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) e feijão nhemba (*Vigna unguiculata* L.) e pousio. As parcelas tinham a dimensão de 2 m x 5 m. A área útil foi considerada as duas linhas centrais da parcela, desprezando-se as duas linhas das extremidades e 0,50 metros de cada lado das parcelas.

As plantas de cobertura foram semeadas em 18 de julho de 2014. O espaçamento utilizado foi de 0,50 m entre linhas com uma densidade de 10 sementes por metro e 7 kg ha⁻¹. Não foi feita a adubação nas parcelas. O controle de plantas daninhas foi manual com auxílio de enxadas. Não foi feito o controle de insetos-pragas e doenças. Foi feita a colheita de grãos das plantas de cobertura e a roçagem da área na qual, após a pesagem, a palha foi mantida na superfície do solo.

¹ Mestre Fundação Aga Khan (Moçambique), Bairro Cimento, Av. Marginal número 391 – Pemba, Moçambique.
jose.damiro@akdn.org

² Dr. Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, Km 12, Fazenda Capivara, Zona Rural Caixa Postal: 179 CEP: 75375-000 - Santo Antônio de Goiás – GO, adriano.nascente@embrapa.br

O arroz foi semeado em viveiro (03/01/2015) e transplantado 15 dias após a emergência. As mudas de arroz foram transplantadas manualmente no espaçamento de 0,40 m entre linhas e 0,20 m entre plantas. Não foi feita adubação e nem controle de insetos-pragas e doenças, o controle de plantas daninhas foi realizado por meio de capinas.

A colheita do arroz foi feita após maturação fisiológica (20/04/15), manualmente na área útil de cada parcela. As plantas foram trilhadas e os grãos secos até atingir a umidade de 13%. Para avaliar os componentes da produção foram coletadas 10 panículas ao acaso em cada parcela e levadas ao laboratório para avaliação (contagem de número de grãos por panículas e massa de grãos). Com os dados realizou-se a análise de variância e teste comparativo de médias Tukey para $p < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de cobertura apresentaram diferenças em relação à massa de matéria seca e de grãos (Tabela 1). As plantas de cobertura *Lablab purpureus*, *Mucuna pruriens* e *Vigna unguiculata* se destacaram tanto na massa de matéria seca, quando na produção de grãos. Assim, verifica-se que essas plantas além de manter o solo coberto, os seus grãos (feijões) podem ser utilizados na alimentação da população. Segundo Oliveira et al. (2002), as plantas de cobertura além dos benefícios proporcionados ao solo podem servir para produção de alimentos.

As plantas de cobertura não afetaram a altura de plantas, número de grãos e produtividade do arroz (Tabela 2). Assim, com base nesses resultados, verifica-se que qualquer uma das plantas de cobertura utilizadas proporcionam resultados semelhantes. Dessa forma, seria interessante para o agricultor escolher aquelas que proporcionam maior cobertura do solo e maior produção de grãos que podem ser utilizados como alimentos. *Lablab purpureus*, *Mucuna pruriens* e *Vigna unguiculata* parecem ser as plantas de cobertura mais promissoras para serem utilizadas para os agricultores familiares.

Tabela 1. Massa da matéria seca (MASSA) e produtividade de grãos (GRÃO) de plantas de cobertura antecedendo o arroz de terras altas. Nambaua, Pemba, Moçambique, Safra 2015.

Plantas de cobertura	MASSA (kg ha ⁻¹)	GRÃO (kg ha ⁻¹)
<i>Pennisetum glaucum</i>	1125 b	325 b
<i>Lablab purpureus</i>	4375 a	1000 a
<i>Mucuna pruriens</i>	3675 a	1075 a
<i>Vigna radiata</i>	700 b	318 b
<i>Vigna unguiculata</i>	2875 a	860 ab
Fatores	ANOVA (Probabilidade do teste F)	
Cobertura (COB)	<0,001	0,0448
CV (%)	35,27	43,76

*Médias seguidas da mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste Tukey para $p < 0,05$.

Tabela 2. Altura de plantas (ALT), número de perfilhos por metro (PERF), número de grãos por panícula (GRÃO), massa de 1000 grãos (MASSA) e produtividade (PROD) do arroz de terras altas afetados pelas plantas de cobertura. Cuaia, Pemba, Moçambique, Safra 2015.

	ALT	PERF	PAN	GRÃO	MASSA	PROD
Plantas de cobertura	cm	n. m ⁻¹	n. m ⁻¹	n. panícula ⁻¹	gramas	Kg ha ⁻¹
<i>Pennisetum glaucum</i>	40,2	16,8 ab	11,8 ab	141	24,3 ab	2483
<i>Lablab purpureus</i>	40,9	22,3 a	14,3 ab	160	25,2 ab	2651
<i>Mucuna pruriens</i>	37,0	18,8 ab	12,8 ab	153	25,1 ab	2400
<i>Vigna radiata</i>	42,9	20,0 ab	15,8 a	168	25,8 a	3232
<i>Vigna unguiculata</i>	45,5	13,3 b	12,0 ab	172	24,9 ab	2348
<i>Fallow</i>	35,4	16,0 ab	10,3 b	163	23,9 b	2454
Fatores	ANOVA (Probabilidade do teste F)					
Cobertura (COB)	0,8735	0,0448	0,0427	0,7362	0,4376	0,7133
CV (%)	31,17	29,32	25,63	18,91	5,06	33,19

*Médias seguidas da mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste Tukey para p<0,05.

CONCLUSÃO

1. As plantas de cobertura *Lablab purpureus*, *Mucuna pruriens* e *Vigna unguiculata* produziram a maior massa da matéria seca e de grãos, além de proporcionarem produtividade de grãos de arroz semelhante aos outros tratamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FILIZADEH, Y.; REZAZADEH, A.; YOUNESSI, Z. Effects of crop rotation and tillage depth on weed competition and yield of rice in the paddy fields of Northern Iran. **Journal of Agricultural Science and Technology**, Teerã, v. 10, n. 9, p. 99-105, 2007.
- NASCENTE, A.S. et al. Upland rice yield as affected by previous summer crop rotation (soybean or upland rice) and glyphosate management on cover crops. **Planta Daninha**, Viçosa, v.41, n.1, p.147-155, 2013.
- OLIVEIRA, T.K. de.; CARVALHO, G.J.; MORAES, R.N.S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 37, n. 8, p. 1079- 1087, 2002.
- STEVENSON, F. C.; VAN KESSEL, C. A landscape-scale assessment of the nitrogen and non-nitrogen rotation benefits of pea. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.60, n.6, p.1797-1805, 1996.

PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA DE USO DE ÁGUA EM FUNÇÃO DE SISTEMAS ALTERNATIVOS DE MANEJO DA IRRIGAÇÃO EM ARROZ IRRIGADO

Elio Marcolin¹

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., recursos hídricos, cultivar IRGA 424

INTRODUÇÃO

O arroz é a cultura mais estável em produtividade em relação às demais espécies anuais cultivadas, no Rio Grande do Sul, em razão da área ser 100 % irrigada na maior parte de seu ciclo. Esta vantagem possibilita a utilização de todos os insumos necessários para obter alta produtividade. No entanto, o volume de água disponível para irrigação das áreas de lavoura, é uma preocupação de muitos agricultores, principalmente os que dependem da água de mananciais públicos, pois em períodos de longas estiagens no verão, há pouca oferta de água que é demandada entre o abastecimento humano, as indústrias e a agricultura. Devido a isto, é necessário buscar alternativas de como se utilizar a água de maneira mais eficiente, principalmente na lavoura de arroz já que, na agricultura, a eficiência de uso de água é a relação entre a produtividade de grãos e o volume de água usado (kg m^{-3}).

Uma das formas de se reduzir o volume de água na cultura de arroz é manter a lâmina de água baixa durante o ciclo da cultura. Esta prática evita o escoamento superficial e facilita o armazenamento de água das precipitações pluviais, pois a planta de arroz desenvolve-se normalmente, mesmo na ausência de lâmina de água livre na superfície, desde que no interior do solo, na profundidade das raízes, haja água suficiente para não causar deficiência hídrica às plantas de arroz. Desta maneira, é possível reduzir o volume de água utilizado, pois lâmina alta de água na superfície favorece as perdas por evaporação, percolação profunda e infiltração lateral. Para melhor manejo da irrigação é necessário que os quadros da lavoura sejam nivelados com gradientes zero ou em torno de 0,5 m de desnível por 1000 m de comprimento. Não havendo a possibilidade de nivelamento da superfície do solo, pode-se então, utilizar taipas de base larga (em torno de 1,80 m de largura por no máximo 0,10 m de altura) no interior da lavoura. Desta forma é possível manter uma lâmina baixa de água na lavoura sem que haja redução no rendimento de grãos. A supressão de água na lavoura de arroz durante a fase vegetativa das plantas entre os estádios de seis a oito folhas (em torno de 15 dias), o rendimento de grãos não é afetado, havendo inclusive menor uso de água (MARCOLIN et al., 2011). Deste modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade de grãos da cultura de arroz irrigado, quantificar o volume de água usado e calcular a eficiência de uso de água em função de diferentes sistemas alternativos de manejo de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na safra agrícola 2013/14, em área nivelada com gradiente zero e no sistema de cultivo mínimo, na Estação Experimental do Arroz do IRGA, em Cachoeirinha, RS, em um Gleissolo Háptico Ta distrófico típico com 16 % de argila e 1,4 % de matéria orgânica. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com três repetições. O início da irrigação para todos os tratamentos foi entre $V_3 - V_4$ (três a quatro folhas) de acordo com a escala proposta por Counce et al. (2000), com altura média da

¹ Eng. Agr. M. Sc., EEA/IRGA, Av. Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494, CEP 94930-030, Cachoeirinha, RS. elio-marcolin@irga.rs.gov.br.

lâmina de água de 5 cm e, a supressão final da irrigação ocorreu 15 dias após o florescimento pleno (80 %), estágio R₄. Os tratamentos estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Descrição detalhada dos tratamentos utilizados no ensaio.

Tratamentos	Descrição
T1	Inundação contínua;
T2	Supressão da irrigação entre os estádios V ₆ - V ₈ ;
T3	Supressão da irrigação entre os estádios V ₆ - V ₈ , reposição da lâmina de água e, logo a seguir, nova supressão da irrigação até o estágio R ₀ ;
T4	Supressão da irrigação no estágio V ₆ e, retorno da irrigação toda vez que o solo atingia o limite inferior de água. Este manejo foi adotado até o estágio R ₂ (emborrachamento);
T5	Supressão da irrigação entre os estádios V ₆ - V ₈ , logo a seguir, reposição da lâmina de água até o estágio R ₂ (emborrachamento), a seguir, supressão da irrigação novamente, com reposição da lâmina de água toda vez que o solo atingia o limite inferior de água;
T6	Supressão da irrigação entre os estádios V ₆ - V ₈ , reposição da lâmina de água e, logo a seguir, supressão da irrigação com retorno da irrigação toda vez que o solo atingia o limite inferior de água.

Cada unidade experimental ocupou uma área de 9,0 x 15,0 m (135,00 m²), sendo individualizadas por taipas. A cultivar utilizada foi a IRGA 424 (ciclo médio, entre emergência e maturação fisiológica, de 132 dias), na densidade de 100 kg ha⁻¹ de sementes. As sementes de arroz foram previamente tratadas com inseticida fipronil (4 g i.a. 10 kg⁻¹ de sementes) para controle preventivo da bicheira-da-raiz (*Oryzophagus oryzae*) e com fungicida à base de thiram e de carboxina (2,5 mL kg⁻¹ de sementes) para controle de fungos de solo. A semeadura foi realizada em 09/10/2013 e a adubação seguiu as recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil (SOSBAI, 2012), de acordo com os resultados de análise do solo para expectativa de resposta alta à adubação. Também, o controle fitossanitário durante o ciclo da cultura foi realizado de acordo com as recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil (SOSBAI, 2012). Para a semeadura foi utilizada uma semeadora-adubadora de parcelas com espaçamento de 0,17 m entrelinhas. A primeira dose (2/3) de N em cobertura foi aplicada no seco, logo antes da inundação, no estágio V₃ - V₄, a segunda dose (1/3) de N em cobertura foi aplicada no estágio V₈ e a terceira dose (1/4) de N em cobertura foi aplicada em (R₀), totalizando 150 kg ha⁻¹ de N. O uso de água foi quantificado através de um hidrômetro instalado entre a fonte de água e a área experimental, sendo a água aduzida por gravidade em tubos de PVC (100 mm), com derivações laterais para as unidades experimentais de modo a irrigar uma unidade experimental de cada vez. O volume de água de precipitação pluvial foi medido em uma estação meteorológica automática a, aproximadamente, 500 m do experimento. O volume total de água usado foi a água aplicada, acrescida da contribuição efetiva das precipitações pluviais.

O monitoramento do volume de água no solo foi feito por meio de sensores (hidrofarm) que mediam a quantidade média de água de 0 - 20 cm de profundidade do solo.

Neste trabalho foram avaliados a produtividade de grãos, o número de panículas, o volume total de água usado, o volume de água captado de mananciais, o volume de água de precipitação pluvial e a eficiência de uso de água. A análise estatística dos dados foi realizada usando-se o teste F para a análise da variância. As médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Duncan em nível de 5 % de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de produtividade de grãos, panículas por m², volume total de água usado, volume de água captado de mananciais, volume de água de chuvas (precipitação pluvial) e eficiência de uso de água da cultivar IRGA 424 de arroz irrigado, em função dos sistemas

alternativos de irrigação, estão na Tabela 2. A produtividade de grãos dos tratamentos T1, T2, T3 foi similar e o tratamento T3 não diferenciou dos tratamentos T4 e T5. Porém, a menor produtividade de grãos de 7,12 Mg ha⁻¹ do tratamento T6, ocorreu em razão da supressão de água que foi iniciada logo após o estágio V₈, com reposição da inundação toda vez que o solo atingia o limite inferior de água. Provavelmente, a redução de produtividade neste tratamento se deu, por ter ocorrido no solo o limite inferior de água, exatamente no florescimento pleno que é o momento mais crítico para as plantas, por deficiência hídrica. O volume de água usado foi maior nos tratamentos T1 e T2, porém não diferenciou dos tratamentos T3 e T4 e, estes não diferenciaram dos tratamentos T5 e T6. A eficiência de uso de água (EUA) foi similar entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e, a menor eficiência ocorreu no tratamento T6 (0,84) em razão da menor produtividade de grãos que está diretamente relacionada com a deficiência hídrica sofrida em períodos críticos durante o ciclo da cultura.

Este trabalho mostra que há vários sistemas alternativos de manejo da irrigação que podem ser utilizados na lavoura de arroz desde que, a lavoura ofereça condições para cada manejo e também, é um critério de escolha do orizicultor segundo a infra-estrutura que possui, o que é determinante para a adoção de cada sistema alternativo de manejo de água. No caso de se utilizar os sistemas de manejo onde se quer usar a supressão de água entre os estádios V₆ e V₈, é necessário que neste período a lavoura esteja isenta de plantas daninhas. Também, a infra-estrutura de irrigação deve estar adequada para se ter vazão maior por hectare (em torno de 4 a 5 L s⁻¹) no momento de retornar com a água para saturar o solo e formar uma lâmina de água na lavoura, o mais rápido possível (dois a três dias) que é quando as plantas estão no estágio V₈ e, dependendo do ciclo da cultivar, neste estágio fenológico, as plantas podem iniciar a fase reprodutiva. A hipótese de o tratamento T4 obter menor produtividade de grãos que os tratamentos T1, T2 foi confirmada, em razão da deficiência hídrica durante as supressões de irrigação.

Tabela 2 – Produtividade de grãos, número de panículas, volume total de água usado, volume de água de mananciais, volume de água de chuvas (precipitação pluvial) e eficiência de uso de água da cultivar IRGA 424 submetida a seis sistemas alternativos de irrigação na safra agrícola 2013/14. EEA/IRGA, Cachoeirinha – RS, 2015.

Variáveis avaliadas	Tratamentos						C. V. (%)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
Produtividade de grãos (Mg ha ⁻¹)	13,53a	13,73a	12,16ab	10,90b	10,92b	7,12c	11,1
Número de panículas por m ²	847ab	736b	875ab	1023a	962ab	1062a	13,9
Volume total de água usado (m ³ ha ⁻¹)	10739a	10624a	9695ab	9740ab	8188b	8568b	10,0
Volume de água de mananciais (m ³ ha ⁻¹)	7546a	7830a	6435ab	6180ab	4661b	4974b	15,6
Volume de água de chuvas (m ³ ha ⁻¹)	3193 ^{ns}	2793	3260	3560	3527	3593	15,7
Eficiência de uso de água (kg m ⁻³)	1,26a	1,31a	1,26a	1,12ab	1,34a	0,84b	13,8

C.V.: Coeficiente de Variação.

Na linha, médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Duncan (p ≤ 0,05). ns = não significativo na linha.

O número de panículas por m² foi similar entre os tratamentos com exceção do tratamento T2 que apresentou o menor número de panículas, porém não diferenciou dos tratamentos T1, T3 e T5. Quanto ao uso de água pela cultura, ocorreu o normal, ou seja, os tratamentos T1 e T2 usaram o maior volume de água. No entanto, esperava-se que o tratamento T4 apresentasse menor volume de água usado em relação ao tratamento T2, em razão da supressão mais prolongada, mas isto não ocorreu. Constatou-se que quando a

irrigação é bem manejada há uma grande contribuição de água das precipitações pluviais. Cada ano pode-se ter valores diferentes em razão do volume de água de chuvas (precipitações pluviais). Nesta safra as contribuições foram de 30 %, 26 %, 34 %, 37 %, 43 % e 42 % do volume total de água usado no período de irrigação nos tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e T6, respectivamente.

A eficiência de uso de água, que na agricultura é a relação entre a biomassa (neste caso, kg de grãos), pelo volume de água usado (m^3), mostrou que os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 foram os mais eficientes e não diferenciaram entre si, porém o tratamento T6 foi o menos eficiente em razão de supressão de irrigação que causou deficiência hídrica para as plantas de arroz na fase reprodutiva.

CONCLUSÃO

A produtividade de grãos é afetada quando as plantas de arroz são submetidas a supressão hídrica na fase reprodutiva.

O volume de água usado e a eficiência de uso de água são afetados pelos diferentes sistemas alternativos de irrigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v.40, n.2, p. 436-443, 2000.
- MARCOLIN, E. et al. Produtividade e eficiência de uso de água em função de sistemas de manejo da irrigação em arroz irrigado In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7, 2011, Balneário Camboriú, SC. **Anais...** Itajaí: Epagri/Sosbai, 2011. p. 335-338.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado: recomendações técnicas para o Sul do Brasil**. Itajaí, SC: SOSBAI, 2012. 179 p., il.

PROPRIEDADES DO SOLO NO SULCO DE SEMEADURA EM PLANOSSOLOS SOB MOBILIZAÇÃO MECÂNICA PARA CULTURAS EM ROTAÇÃO COM ARROZ IRRIGADO

Robson Giacomeli¹; Enio Marchesan²; Gabriel Donatto³; Maurício Limberger de Oliveira³; Bruno Behenck Aramburu³; Guilherme Foletto Possobon³; Lucas Lopes Coelho⁴

Palavras-chave: Escarificação do solo, descompactação, plantio direto.

INTRODUÇÃO

Na metade sul do estado do Rio Grande do Sul (RS) predominam áreas que apresentam características de drenagem natural deficiente. Na maioria delas, cultiva-se somente o arroz irrigado, onde a monocultura vem promovendo a infestação das áreas com plantas daninhas. Nesse sentido, o número e a quantidade de espécies de plantas daninhas resistentes aos herbicidas do grupo químico dos ALS, estão aumentando, destacando-se dentre elas o arroz-vermelho e arroz-preto (*Oryza sativa*), capim arroz (*Echinochloa crus-galli*) e ciperáceas (*Cyperus* sp.), (SCHAEDLER, 2013; MATZENBACHER, 2013). Nesse contexto, a rotação de culturas torna-se uma das principais alternativas para manejo de plantas daninhas nessa cultura. Algumas culturas ditas de sequeiro, estão sendo pesquisadas, nessas áreas, anteriormente cultivadas somente com arroz irrigado. No entanto, estas espécies possuem dificuldade de adaptação às condições físicas desses solos, onde, os principais problemas referem-se a elevada densidade, a baixa condutividade hidráulica e reduzida declividade das áreas. Somando-se a isso, os preparos consecutivos do solo para cultivo do arroz, em condições de elevada umidade do solo favorecem o processo de compactação dos mesmos.

Alguns manejos antecedendo e/ou no momento da semeadura, podem auxiliar a descompactação e drenagem desses solos. Mecanismos de deposição do fertilizante na semeadora-adubadora influenciam diretamente no desenvolvimento da cultura que é semeada, podendo-se citar o disco duplo, o disco ondulado e haste sulcadora (DRESCHER et al., 2011). A escarificação do solo anteriormente à semeadura, também pode ser uma alternativa visando minimizar o efeito da compactação, diminuindo a densidade e a resistência mecânica do solo à penetração das raízes (ORTIGARA et al., 2014). Mecanismos como estes, podem contribuir para descompactação, e assim melhorar aeração e a infiltração de água nestes solos naturalmente mal drenados. Outra alternativa é realizar a semeadura sobre microcamalhão, visando assim auxiliar a drenagem superficial da água. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar propriedades físicas do solo no sulco de semeadura em Planossolos sob mobilização mecânica para culturas em rotação com arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos com a cultura do milho, na safra agrícola 2013/14, localizados na região central do estado do Rio Grande do Sul. **Experimento 1:** Foi conduzido na área didático experimental de várzea do Grupo de Pesquisa em Arroz e Uso Alternativo de Várzea do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), com as coordenadas geográficas 29° 43' S, 53° 43' O e 90 m acima do nível do mar. O solo é classificado como Planossolo Háplico eutrófico arênico, pertencente à

¹ Mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil, robsongiacomeli@yahoo.com.br.

² Professor titular, UFSM, UFSM.

³ Acadêmicos de agronomia, UFSM.

⁴ Engenheiro agrônomo, UFSM.

unidade de mapeamento Vacacaí (EMBRAPA, 2013). A área onde foi alocado o experimento encontrava-se sistematizada em cota zero, com cultivo de soja na safra anterior. Realizou-se no dia 7 de novembro de 2013 a instalação do experimento, e devido à baixa emergência de plantas causado pelo excesso de precipitação pluvial, realizou-se nova semeadura no dia 30 de novembro. Os tratamentos utilizados foram: escarificação do solo 45 dias antes da semeadura a profundidade de 0,25 m com hastes espaçadas a 0,35 m e semeadura com disco duplo (ESC); haste sulcadora com profundidade de trabalho de 0,18 m (HS); haste sulcadora a 0,15 m de profundidade com mecanismo de acomodação do sulco (HAS); disco duplo desencontrado com profundidade de 0,10 m (DD); disco ondulado de 12 ondas a profundidade de 0,08 m (DO); e semeadura em microcamalhão com haste sulcadora a 0,13 m (MI), onde, simultaneamente foi construído o microcamalhão com a semeadura. **Experimento 2:** Foi conduzido no município de Formigueiro, com as coordenadas geográficas 30° 04' S, 53° 37' O e 77 m acima do nível do mar, sendo o solo classificado como Planossolo Háplico eutrófico típico pertencente a unidade de mapeamento São Gabriel (EMBRAPA, 2013). Nos últimos seis anos agrícolas antecedentes foram cultivadas gramíneas e leguminosas sendo mantido bovinos em pastejo durante a maior parte do tempo. A instalação do experimento realizou-se no dia 5 de novembro de 2013, compondo os tratamentos ESC, HS, HAS, DD com profundidade de 0,08 m e DO a 0,06 m.

Nos tratamentos ESC, HS, HAS, DD e DO utilizou-se semeadora-adubadora, pantográfica com seis linhas no espaçamento de 0,50 m, com rodas limitadoras de profundidade e uma massa aproximada de 2335 kg, marca Massey Ferguson®, modelo MF 407, sendo utilizado o disco de corte liso para o corte da palha, com exceção do DO, que tanto no corte da palha quanto na deposição do fertilizante foi utilizado disco ondulado de 8 ondas. Para o tratamento com microcamalhão foi utilizada uma semeadora camalhoneira, com seis linhas no espaçamento de 0,50 m, massa aproximada de 3750 kg, marca Industrial KF®, modelo Hyper Plus, composta por três aivecas responsáveis pela formação dos microcamalhões, sendo cada microcamalhão composto por duas linhas de cultivo posicionadas na borda de cada elevação.

Determinou-se, na linha de semeadura, 60 dias após a instalação do experimento, a densidade do solo, porosidade total, macroporosidade e microporosidade, através da coleta de amostras indeformadas de solo, com anéis de 0,04 m de altura e 0,04 de diâmetro, seguindo método descrito por Embrapa (2011). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso no esquema monofatorial, com quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos ao teste das pressuposições do modelo matemático (normalidade e homogeneidade das variáveis). A análise da variância foi realizada através do teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5 % de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento no município de Formigueiro, houve redução na densidade do solo, e consequentemente, um aumento na porosidade total, principalmente decorrente do incremento de macroporosidade, nas profundidades de 0,05 - 0,10 e 0,10 - 0,20 m, nos tratamentos com a escarificação do solo (ESC), haste sulcadora (HS) e haste sulcadora com mecanismo de acomodação do sulco (HAS). Os tratamentos com disco duplo desencontrado (DD) e o tratamento disco ondulado de 12 ondas (DO), apresentaram valores superiores a 1,50 de densidade, enquanto os demais ficaram abaixo de 1,38.

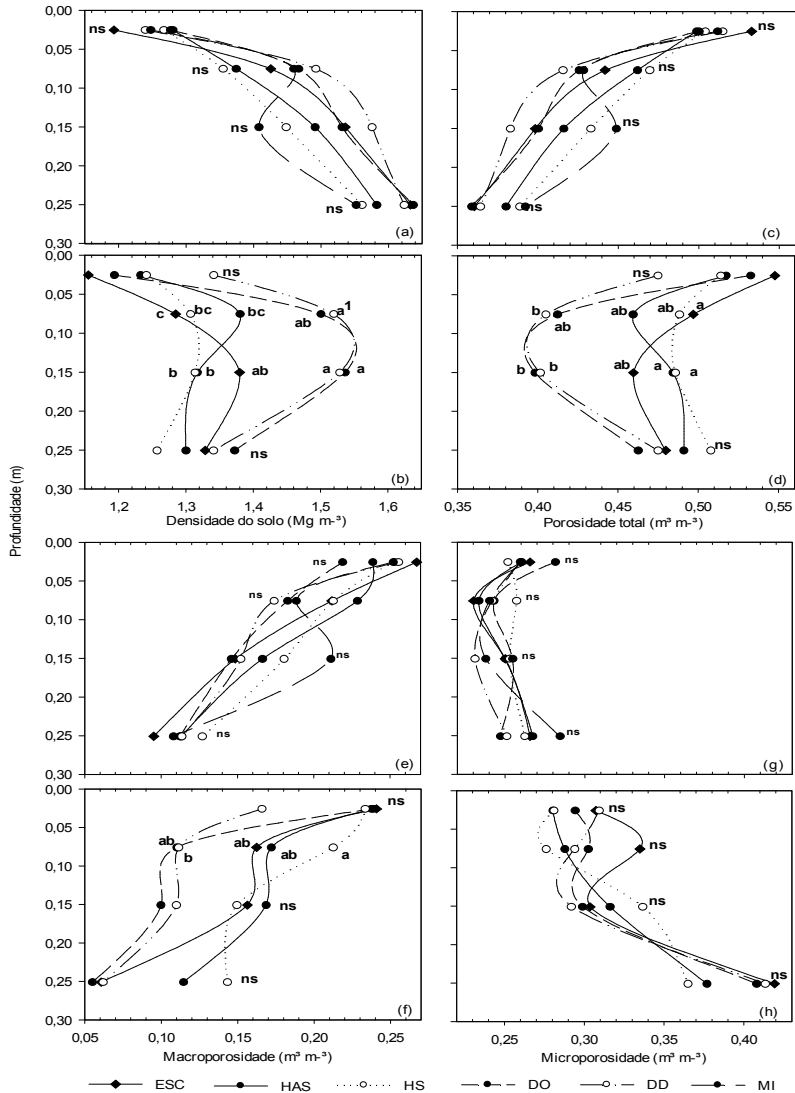


Figura 1: Densidade do solo, porosidade total, macroporosidade e microporosidade, no sulco de semeadura nas profundidades de 0,0-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m, em dois experimentos de mobilização mecânica do solo e no sulco de semeadura. *ns* Não significativo para nível de 5% probabilidade. ⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si (Tukey: $p < 0,05$). Escarificação do solo 45 dias antes da semeadura em profundidade de 0,25 m com hastes espaçadas a 0,35 m e semeadura com disco duplo (ESC); haste sulcadora com profundidade de trabalho de 0,18 m (HS); haste sulcadora a 0,15 m com mecanismo de acomodação do sulco (HAS); disco duplo desencontrado com profundidade a 0,10 m em Santa Maria e 0,08 em Formigueiro (DD); disco ondulado de 12 ondas a 0,08 m em Santa Maria e 0,06 em Formigueiro (DO); e semeadura em microcamalhão com haste sulcadora a 0,13 m (MI). Santa Maria (a, c, e, g) e Formigueiro (b, d, f, h), RS, 2014.

Em números médios, na camada de 0,05 - 0,20 m, a densidade foi reduzida em 5% nos tratamentos ESC, HS e HAS, e aumento da porosidade total e macroporosidade, em 7 e 17% em Santa Maria. Em Formigueiro a redução da densidade nos tratamentos ESC, HS, HAS e MI, foi de 12%, e aumento de 18% da porosidade total e 58% da macroporosidade nessa camada. A maior densidade e a menor macroporosidade, no solo de Formigueiro, nessas profundidades nos tratamentos DD e DO, demonstra uma elevação na densidade devido ao pisoteio dos bovinos nessa área durante os 6 anos antecedentes, corroborando com os resultados de Vizzotto et al., 2000, que encontraram aumento de densidade e redução de macroporosidade em 6 meses de produção de bovinos em um Planossolo. O pisoteio animal intensivo em área de pastagem causa alterações na estrutura do solo, elevados níveis de compactação e macroporosidade restritivos às plantas (ORTIGARA et al., 2014). As menores diferenças em Santa Maria também podem ser provenientes da nova semeadura, necessária após precipitações de 200 mm na segunda semana de novembro.

Nas duas localidades o DO e DD atingiram profundidade entre 0,06 e 0,10 m, a semeadora utilizada de seis linhas é de pequeno porte, desta forma, o peso da máquina foi insuficiente para atingir maiores profundidades. Silva et al., 2012, estudando diferentes discos de corte, verificou que o disco de corte ondulado possibilita maiores valores de área de solo mobilizado, mas exige maiores valores de força vertical por profundidade de corte dos discos, resultante massa da máquina por linha. A haste sulcadora necessita menor força vertical quando comparada com os discos liso e ondulado, e maior força horizontal, demandado força para tração, pouco dependente da força vertical (MION & BENEZ, 2008).

Em ambos os experimentos a profundidade de 0,00 - 0,05 m, os tratamentos atingiram essa profundidade, e foram semelhantes numericamente. Além disso, esta camada é influenciada pelas ações biológicas, desenvolvimento radicular e maiores ciclos de umedecimento e secagem, onde favorecem a agregação do solo, que reduz a densidade do mesmo (SIX et al., 2004). Na camada mais profunda, nos 0,20 - 0,30 m, os resultados são semelhantes, pois os mecanismos não chegaram a mobilizar o solo nessa profundidade.

CONCLUSÃO

Nas condições dos ensaios, a escarificação e a semeadura com haste sulcadora, reduzem a densidade, aumentam a porosidade total e a macroporosidade do solo no sulco de semeadura nas profundidades de 0,05 - 0,10 e 0,10 - 0,20 m.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DRESCHER, M.S. et al. Persistência do efeito de intervenções mecânicas para a descompactação de solos sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 35, n. 5, p. 1713-722, 2011.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análise de Solos. **Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: p. 230, 2011.
- ORTIGARA, C. et al. Uso do solo e propriedades físico-mecânicas de latossolo vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 38, n. 2, p. 619-626. 2014.
- SCHAEGLER, C.E. et al. Globe fringerush (*Fimbristylis miliacea*) cross resistance to als-inhibitor herbicides under field conditions in irrigated rice in the south of Brazil. **Planta daninha**. Viçosa, vol. 31, n.4, p. 893-902. 2013.
- SILVA, P. R. A. et al. Semeadora-adubadora: mecanismos de corte de palha e cargas verticais aplicadas. **Revista brasileira de engenharia agrícola ambiental**. Campina Grande, vol. 16, n. 12, p. 1367-1373. 2012.
- SIX, J., et al. A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. **Soil and Tillage Research**, v. 79, p. 7-31, 2004.
- VIZZOTTO, V. R., et al. Efeito do pisoteio bovino em algumas propriedades físicas do solo de várzea. **Ciência Rural**, v. 30, n. 6, p. 965-969. 2000.

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ARROZ IRRIGADO TRATADAS COM FUNGICIDAS E INSETICIDAS

Scheila Lucia Ecker¹; Leandro Galon²; André Luiz Radünz³; Anderson Moraes de Lima⁴, Sergio Guimarães⁴, Juliana Gomes Belarmino⁴, Renan Ricardo Zandoná⁴, Lauri Lourenço Radunz²

Palavras-chave: *Oryza sativa*, protetor de sementes, sanidade da semente

INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa a nona posição entre os maiores produtores de arroz do mundo, alcançando uma produção aproximada de 12 milhões de toneladas na safra 2014/15, cerca de 3,5% superior a safra anterior. O Rio Grande do Sul destaca-se como o estado que mais produz e apresenta produtividade média acima de 7 t ha⁻¹ (Conab, 2015). Para manter a boa produtividade das lavouras, é necessário que as sementes apresentem boa qualidade, tanto genética, como fisiológica e principalmente sanitária, pois são essas características que determinam a capacidade das mesmas em originar plantas produtivas (Teló et al., 2012). Portanto, o uso de sementes de baixa qualidade ou manejo inadequado durante todo o desenvolvimento da cultura afeta negativamente a germinação, dificultando a emergência das plântulas, baixo estande, variação no perfilhamento, desuniformidade de maturação e, por consequência, redução na quantidade e qualidade da produção (Bortolotto et al., 2008). Neste sentido, a qualidade fisiológica das sementes, determinada pela germinação e pelo vigor, pode afetar positiva ou negativamente o desempenho das lavouras. Assim, sementes de alto vigor apresentam maior velocidade nos processos metabólicos, o que ocasiona a emissão mais rápida e uniforme da raiz primária tendo maiores taxas de crescimento e maior tamanho inicial das plântulas (Kolchinski et al., 2006).

Destaca-se ainda que a incidência de plantas daninhas em lavouras de arroz irrigado pode competir com a cultura por luz, nutrientes e água. Para o controle de plantas daninhas infestantes do arroz vem se usando a tecnologia Permit[®], onde as sementes de arroz são tratadas com o protetor dietholate e desse modo pode-se aumentar a seletividade da cultura ao herbicida clomazone (Piveta et al., 2013). Porém escassos são os trabalhos que tenham avaliado a influência do dietholate sobre a qualidade fisiológica das sementes de arroz.

Desse modo objetivou-se com o trabalho avaliar a qualidade fisiológica de sementes de arroz irrigado, após o tratamento das mesmas, com dietholate associado ou não a inseticidas e fungicidas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes da Universidade Federal do Pampa (Unipampa), Câmpus Itaqui. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições.

Para o experimento foram utilizadas sementes de arroz da cultivar IRGA 424 com elevada germinação e vigor, sendo que para cada tratamento testado tratou-se 1 kg de sementes de arroz com os seguintes tratamentos: T1 – Água destilada; T2 - Permit (3 mL); T3 - Permit (6 mL); T4 - Permit (9 mL); T5 - Permit (6 mL) + Standak (1 mL); T6 - Permit (6

¹ Eng. Agr. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Câmpus Erechim. Rovia RS 135, km 72, n.200, Interior de Erechim/RS, 99700-000. Email: scheila.agro2010@gmail.com.

² Eng. Agr. Dr. Professor da UFFS, Câmpus Erechim.

³ Eng. Agr. Dr. Bolsista DTI/FAPERGS/CAPES/UFFS.

⁴ Aluno de Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Câmpus Itaqui.

mL) + Vitavax (3 mL); T7 - Permit (6 mL) + Standak (1 mL) + Vitavax (3 mL); T8 - Standak (1 mL); T9 - Standak (1 mL) + Vitavax (3 mL) e T10 - Vitavax (3 mL). Os tratamentos foram aplicados sobre as sementes em sacos plásticos, estas foram homogeneizadas e acondicionadas nos mesmos, sendo posteriormente secas à sombra para se efetuar os testes.

As variáveis avaliadas foram: germinação, vigor, massa seca, plântulas anormais, plântulas infectadas, sementes duras, sementes mortas e plântulas normais. Para determinar a germinação das sementes utilizou-se papel germitest, com dimensões de 76 cm de comprimento por 28 cm de largura, o qual ficou de molho por um período de duas horas e posteriormente foi prensado retirando o excesso de água até ficar com uma quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o seu peso. Foram dispostas 400 sementes de maneira que ficassem 100 sementes em cada rolo de papel germitest, com espaçamento uniforme e suficiente para minimizar a competição e contaminação. Após, as sementes foram dispostas em germinador tipo B.O.D, regulado a 25°C, por cinco dias. A contagem das plântulas foi realizada no quinto dia após a semeadura, de acordo com as características de plântulas normais e anormais segundo critérios descritos na RAS (BRASIL, 2009), o qual descreve que uma plântula deve ter todas as estruturas essenciais do embrião demonstrando seu potencial para desenvolver uma planta normal em condições de campo. Para determinar o vigor das sementes, essas foram submetidas ao teste de frio, conduzido de acordo com Caseiro & Marcos Filho (2002), com quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, acondicionadas em bandejas plásticas, contendo 2,0 kg de substrato (3:1 – três partes de areia para uma parte de terra), umedecido até 60% de sua capacidade de retenção, com água previamente resfriada a 10 °C. Para reduzir a evaporação, as bandejas foram mantidas no interior de sacos plásticos e, posteriormente, transferidas para câmara fria, a 10 °C, por sete dias. Vencido esse período, ocorreu a transferência do material para o germinador a 25 °C, com avaliação aos cinco dias, considerando vigorosas as sementes que possibilitaram o desenvolvimento de plântulas normais. A massa seca de plântula foi determinada por secagem das plântulas em estufa de circulação de ar forçada a uma temperatura de 70 °C, por 24 horas. As plântulas foram pesadas em balança analítica de precisão de 0,0001 g, e o valor obtido foi expresso em mg plântula⁻¹ (Nakagawa 1999). O resultado foi expresso em porcentagem feito pela média das quatro sub-amostras de 100 sementes. Os dados foram submetidos a análise de variância e quando significativos foram comparados pelo teste de Tukey (p≤0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No que tange os resultados da aplicação dos tratamentos sobre a germinação das sementes pode-se verificar que os tratamentos T6, T8, T9 e T10 não diferiram da testemunha que recebeu apenas água destilada (T1). Observou-se efeito negativo na germinação das sementes ao se aplicar o tratamento T5, o qual apresentou em média 15% de redução na germinação em comparação com os demais tratamentos, que não diferiram da testemunha (Tabela 1). Hipotetiza-se que esse efeito esteja associado a interação entre os produtos aplicados, ou mesmo a dose desses. Entretanto, cabe considerar que o poder germinativo do tratamento T5, o qual demonstrou maior redução dessa variável, ficou superior a 80% o que viabiliza sua comercialização como semente (BRASIL, 2009).

O vigor apresentou resultados superiores nos tratamentos T8 e T9, os quais não diferiram da testemunha (T1). Já o menor vigor foi verificado no T5, sendo 20% menor que os melhores tratamentos (Tabela 1). Destaca-se que esta variável possui importância significativa para o desenvolvimento das plantas a campo. Contexto que pode ser atribuído ao fato que sementes de alto vigor apresentam maior velocidade nos processos metabólicos, o que ocasiona a emissão mais rápida e uniforme da raiz primária tendo maiores taxas de crescimento e maior tamanho inicial das plântulas (Kolchinski et al., 2006).

Em relação a massa seca das plântulas, observou-se que o tratamento T8 apresentou maior valor, não diferindo estatisticamente dos tratamentos T1, T2, T3, T6, T7, T9 e T10.

Tabela 1. Efeito de tratamento de sementes sobre a germinação (%), vigor (%) e massa seca (g) de sementes de arroz cultivar IRGA 424. Unipampa, Itaqui/RS.

Tratamentos	Germinação (%)	Vigor (%)	Massa seca (g)
T1-Água destilada	97,75 ab ²	95,00 ab	0,201 ab
T2-Permit (3 mL) ¹	95,00 cbd	91,50 c	0,186 ab
T3-Permit (6 mL) ¹	92,25 de	85,75 d	0,181 ab
T4-Permit (9 mL) ¹	91,50 e	82,50 e	0,172 b
T5-Permit (6 mL) + Standak (1 mL) ¹	82,25 f	76,25 f	0,172 b
T6-Permit (6 mL) + Vitavax (3 mL) ¹	95,75 abc	92,00 cb	0,193 ab
T7-Permit (6 mL) + Standak (1 mL) + Vitavax (3 mL) ¹	93,00 cde	90,00 c	0,182 ab
T8-Standak (1 mL) ¹	98,50 a	96,75 a	0,208 a
T9-Standak (1 mL) + Vitavax (3 mL) ¹	98,25 ab	96,25 a	0,201 ab
T10-Vitavax (3 mL) ¹	97,50 ab	92,50 cb	0,201 ab

¹ As doses dos tratamentos de sementes foram aplicadas em 1 kg de semente de arroz. ² Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (ps0,05).

Os resultados referentes as plântulas anormais indicam diferenciação entre os tratamentos, apenas para o T8 em relação aos demais, onde esse apresentou maior número de plântulas anormais danificadas (Tabela 2). Com relação às plântulas infectadas, não foi constata diferença estatística entre os tratamentos avaliados, demonstrando assim efeito positivo do tratamento de sementes sobre a sanidade das mesmas.

Os resultados demonstram que os tratamentos T9 e T8 ocasionaram a ocorrência de maior número de sementes duras ao se comparar com os demais. Observou-se que o tratamento T8 proporcionou maior número de sementes mortas, sem diferir do T1, T2, T6, T9 e T10 (Tabela 2). Já para plântulas normais o pior resultado foi constatado com o uso do T5, o qual não diferiu dos tratamentos T3, T4 e T7 (Tabela 2). Novamente pode-se atribuir as reduções no número de plântulas normais as doses dos produtos aplicados sobre as sementes.

Tabela 2. Efeito do tratamento de sementes sobre as plântulas anormais, plântulas infectadas, sementes duras, sementes mortas e plântulas normais. Unipampa, Itaqui/RS.

Tratamentos	Plântulas anormais	Plântulas infectadas	Sementes duras	Sementes mortas	Plântulas normais
T1-Água destilada ¹	1,5 b ²	2,5 a	0,0 b	4,0 abc	98,0 a
T2-Permit (3 mL)	0,0 b	0,5 a	0,0 b	2,0 abc	95,0 a
T3-Permit (6 mL)	0,0 b	0,0 a	0,0 b	1,0 bc	93,0 ab
T4-Permit (9 mL)	0,0 b	0,0 a	0,0 b	1,0 bc	91,0 ab
T5-Permit (6 mL) + Standak (1 mL)	0,0 b	0,0 a	0,0 b	0,0 c	82,0 b
T6-Permit (6 mL) + Vitavax (3 mL)	0,5 b	1,5 a	0,0 b	2,5 abc	96,0 a
T7-Permit (6 mL) + Standak (1 mL) + Vitavax (3 mL)	0,0 b	0,0 a	0,0 b	1,5 bc	93,0 ab
T8-Standak (1 mL)	12,6 a	3,0 a	2,5 a	7,0 a	98,0 a
T9-Standak (1 mL) + Vitavax (3 mL)	1,5 b	3,0 a	1,0 a	6,0 ab	98,0 a
T10-Vitavax (3 mL)	1,0 b	2,0 a	0,0 b	3,0 ab	97,0 a

¹ As doses dos tratamentos de sementes foram aplicadas em 1 kg de semente de arroz. ² Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (ps0,05).

CONCLUSÃO

Em geral as misturas dos tratamentos de sementes provocaram efeitos negativos nas características relacionadas a germinação e ao vigor quando aplicados em maiores doses. A maior massa seca foi verificada ao se tratar as sementes de arroz com Standak (1 mL). O uso de Standak (1 mL) ocasionou os piores resultados para as plântulas anormais, plântulas

infectadas, sementes duras e sementes mortas. O número de plântulas normais foi reduzido e demonstrou pior resultado ao se aplicar, Permit (6 mL) + Standak (1 mL) em sementes de arroz.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo auxílio financeiro a pesquisa processo n.: 483564/2010-9 e pelas concessões de bolsas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: Regras para Análises de Sementes. Brasília, 2009.

BORTOLOTO, R.P. et al. Teor de proteína e qualidade fisiológica de sementes de arroz. **Bragantia**, Campinas/SP, v.67, n.2, p.513-520, 2008.

CASEIRO, R.F.; MARCOS FILHO, J. Procedimentos para condução do teste de frio em sementes de milho: pré resfriamento e distribuição do substrato no interior da câmara fria. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília/DF, v. 24, n. 2, p. 6-11. 2002.

CONAB. Levantamentos de safra: 9 Levantamento de grãos safra 2014/15. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 10/05/2015.

KOLCHINSKI, E.M. et al. Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas/RS, v.12, n.2, p.163-166, 2006.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina/PR: ABRATES, v.2, n.1, p.1- 24, 1999.

PIVETA, L. et al. Controle de capim-arroz em arroz irrigado associando dietholate e clomazone com mistura formulada de (imazapyr+imazapic). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013. Santa Maria. **Anais...** UFSM/SOSBAI, 2013. p.371-374.

TELÓ, G.M. et al. Aplicação de fungicida em cultivares de arroz irrigado e seu efeito na qualidade de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina/PR, v.34, n.1, p.99-107, 2012.

RENDIMENTO DE GRÃOS E RECUPERAÇÃO DO N PELO ARROZ IRRIGADO CULTIVADO EM SISTEMA PRÉ-GERMINADO APÓS A APLICAÇÃO DE CAMA DE AVIÁRIO OU UREIA

Ronaldir Knoblauch¹; Fabiana Schmidt²; Frederico Moser dos Reis³

Palavras-chave: disponibilidade de amônio; adubação orgânica; rendimento de grãos.

INTRODUÇÃO

A cama de aviário é o resíduo orgânico mais utilizado na lavoura de arroz no estado de Santa Catarina (SC) devido à abundância, preço e facilidade de manipulação. Além disso, esse material orgânico possui vários nutrientes disponíveis a curto ou médio prazo. A cama de aviário, por não ser um resíduo padronizado, apresenta grande variabilidade na concentração de nutrientes. As camas de aves oriundas de SC e do Rio Grande do Sul (RS), têm mostrado concentrações médias de 2% de N, 3% de P_2O_5 e 3% de K_2O (KNOBLAUCH et al., 2013).

A cama de aviário deve ser aplicada e incorporada em solo drenado, em torno de 30 dias antes do alagamento do solo que antecede o preparo final para a semeadura do arroz. Isso corresponde a aproximadamente 50 a 60 dias antes da semeadura (SOSBAI, 2012).

Não existem trabalhos de calibração de método para recomendação de dose desse resíduo na cultura do arroz irrigado. Todavia, alguns estudos têm mostrado que doses entre três e seis toneladas de cama de aviário por hectare proporcionam as melhores produtividades (KNOBLAUCH et al., 2013).

O objetivo do estudo foi quantificar o efeito da aplicação de doses de cama de aves na disponibilidade de amônio no solo, no rendimento de grãos e no aproveitamento do N pelo arroz cultivado no sistema pré-germinado em comparação com a ureia.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, na Estação Experimental da Epagri Itajaí na safra 2014/2015. O solo da área experimental é classificado como CAMBISSOLO Háplico distrófico que apresentava as seguintes características físico-químicas: argila 400 g kg^{-1} ; pH em água= 5,0; pH SMP= 5,9; matéria orgânica= 21 g kg^{-1} , P= 11 mg kg^{-1} , K= 104 mg kg^{-1} , Ca= 3,9 cmol_c kg^{-1} , Mg= 0,8 cmol_c kg^{-1} e S=26 mg kg^{-1} . A cama de aviário foi incorporada ao solo seco 20 dias antes do alagamento e preparo do solo para a semeadura do arroz. A adubação química com P_2O_5 (na forma de superfosfato triplo) e K_2O (na forma de cloreto de potássio), conforme Tabela (SOSBAI, 2012) foram aplicados, na lama, aos 25 dias após a semeadura do arroz. O N, na forma de ureia foi aplicado, em cobertura, na dose de 120 kg/ha dividida em três doses iguais de 40 kg aos 25, 55 e 80 dias após a semeadura. Os teores de nutrientes da cama de aves utilizada na safra 2014/2015 foi 1,9% de N, 4,6% de P_2O_5 , 1,1% de K_2O , 3,9 % de Ca e 0,6% de Mg. A condução da lavoura seguiu as recomendações para o sistema pré-germinado (SOSBAI, 2012). A cultivar de arroz utilizada foi a SCS118 Marques, de ciclo biológico tardio. As unidades experimentais foram constituídas por parcelas com 160m² (20 x 8m), separadas por taipas de barro entre os blocos e entre as parcelas.

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com 3 repetições. Os cinco tratamentos testados foram: 1. Testemunha com a aplicação de adubação química (N, P, K), conforme recomendações da SOSBAI, (2012)). 2. Testemunha, sem adubação química e orgânica; 3. 2,5 t ha^{-1} de cama de aviário (equivalente a 50 kg de N ha^{-1}); 4. 5,0

¹ Eng. Agrônomo, Dr. E mail: ronaldirkn@gmail.com

² Eng. Agrônoma, Dr^a, Epagri, Rodovia Antonio Heil, 6800 – Bairro Itaipava, Itajaí/SC, e mail: fabianaschmidt@epagri.sc.gov.br

³ Aluno do Curso de Agronomia, CAV/UDESC -SC

t ha⁻¹ (equivalente a 100 kg de N ha⁻¹) e T5. 10,0 t ha⁻¹ (equivalente a 200 kg de N ha⁻¹).

Para a determinação da concentração de amônio no solo, foram realizadas coletas semanais de solo a partir do 14º dia até 63º dia após a semeadura do arroz (DAS). As amostras de solo foram coletadas a uma profundidade média de 12 cm da superfície do solo, com auxílio de trado tipo pua, adaptado para facilitar a coleta do solo alagado. Após a coleta, as amostras foram homogeneizadas e, após foi retirado aproximadamente 10 g de solo úmido (lama) para extração do N mineral. O restante da amostra foi colocado em estufa de secagem a 105°C por 48 horas para determinação da umidade. A extração do amônio e do nitrato foi realizada com solução de KCl 1 mol L⁻¹ e a determinação desses íons foi realizada em aparelho semi-micro Kjeldahl.

A concentração de N na parte aérea das plantas foi determinada na fase de florescimento sendo coletadas apenas as folhas-bandeira. Durante a colheita dos grãos maduros realizou-se também a coleta de plantas inteiras visando a quantificação da fitomassa da parte aérea. Para tanto, as plantas foram cortadas rente ao solo em amostras de 1,0 m² por parcela, secadas em estufa a 60°C até atingir massa constante e pesadas em balança analítica.

A produtividade de grãos foi quantificada pela colheita de amostras de 6,0 m² por parcela. As amostras foram colhidas, trilhadas e secadas até atingir a umidade de 13%. Os componentes de rendimento, número de panículas, número de grãos por panícula, percentual de esterilidade foram determinados em amostras de 0,5 m² por parcela.

Os dados dos componentes de rendimento, teores, e recuperação do N pelo arroz foram submetidos à análise de variância pelo teste F, utilizando-se o programa estatístico R. Quando houve significância estatística, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05). Para a variável rendimento de grãos, o efeito de doses de cama de aves foi avaliado através da análise de regressão, onde derivou-se a equação de regressão para encontrar a dose que proporcionaria o maior rendimento de grãos, ou seja, a dose de máxima eficiência técnica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração máxima de amônio no solo, tanto para a testemunha quanto para as doses de cama de aves, ocorreu até aproximadamente 21 dias após a semeadura do arroz (DAS). Já no tratamento com NPK a concentração do íon manteve-se em teores relativamente altos até os 40 DAS, (Figura 1).

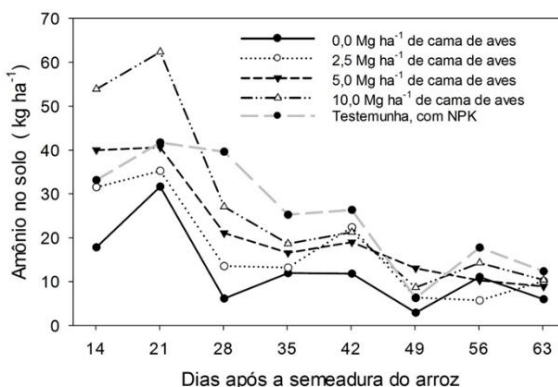


Figura 1. Dinâmica da liberação de amônio no solo em função da aplicação de ureia ou cama de aves no arroz irrigado em sistema pré-germinado.

No caso da cama de aviário, após os 21 DAS, início de perfilhamento do arroz a quantidade de amônio no solo diminuiu em todas as doses devido ao consumo do N disponível pelas plantas de arroz. A aplicação de 10 t ha⁻¹ de cama de aviário proporcionou picos de concentração de amônio no solo de 30 mg kg⁻¹ na quinta semana após sua incorporação; sem a aplicação de cama de aves no solo os valores atingiram 15 mg de NH₄ kg⁻¹ de solo neste período. No tratamento com ureia as concentrações de amônio tiveram pequenos aumentos após as aplicações do fertilizante, mostrando que a ureia, aplicada de forma parcelada, mantém maiores teores de N disponível às plantas, ao longo do ciclo da cultura (Figura 1).

Os baixos teores de amônio no solo quantificados a partir dos 28 dias após a semeadura mostram que a incorporação da cama de aves antes da semeadura do arroz não garante o fornecimento necessário de N para nutrir as plantas nos períodos de maior demanda de N, quais são: fase de perfilhamento pleno e fase reprodutiva.

A máxima produção de grãos de arroz foi obtida com a aplicação de adubação química (9.725 kg ha⁻¹). Com relação à cama de aviário, a máxima produção de grãos (aproximadamente 8.200 kg ha⁻¹) foi estimada através da equação e obtida com a dose de 6,6 t ha⁻¹ de cama de aviário (Figura 2). A aplicação de 5 t ha⁻¹ de cama de aviário acrescentou em 40% a produção de grãos quando comparada a produtividade obtida sem a aplicação de cama de aviário.

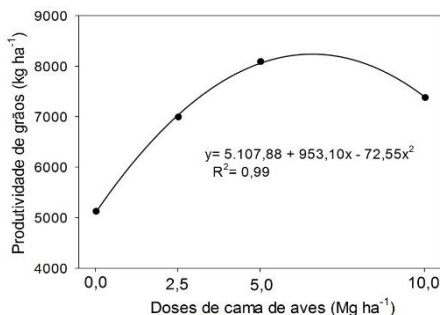


Figura 2. Produtividade de grãos de arroz em resposta a adubação com cama de aviário.

O número de panículas por m² e de grãos por panícula, e o percentual de esterilidade, foram afetados significativamente pelos tratamentos. Considerando que o maior rendimento de grãos foi obtido com aplicação de ureia e com a dose de cama de aves de 5 t ha⁻¹, atribui-se, portanto, esse acréscimo ao número panículas por m² que também foi maior nesses tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1. Componentes do rendimento e índice de conversão de N aplicado em massa de grãos produzidos pela cultivar SCS118 Marques submetida a aplicação de doses de cama de aves e adubação química com NPK.

Tratamento	Panículas m ²	Grãos panícula ⁻¹	Esterilidade	Massa mil grãos	Kg grãos por Kg N aplicado
	(nº)	(nº)	(%)	(g)	
Ureia	548 a ¹⁷	62 ab	16 a	29 ¹⁸	38 a
0,0 t ha ⁻¹ CA	493 b	35 b	11 b	28	X
2,5 t ha ⁻¹ CA	481 b	49 ab	9 b	29	37 a
5,0 t ha ⁻¹ CA	522 ab	51 ab	10 b	29	30 a
10,0 t ha ⁻¹ CA	369 c	74 a	11 b	29	15 b
CV(%)	16	19	16	1,4	33

¹⁷ Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05).

O índice de conversão do N aplicado em massa de grãos produzidos foi extremamente baixo com a aplicação de 10 t ha^{-1} de cama de aviário (Tabela 1). Este resultado mostra que a liberação do N que está fazendo parte das estruturas orgânicas deste resíduo, é mais lenta em ambiente anaeróbico do que em presença de oxigênio dificultando, dessa forma, a liberação de N nos estádios de maior demanda das plantas (GOLDEN, et al., 2006).

As concentrações de N na palha e no grão do arroz foram significativamente superiores com aplicação de ureia (Tabela 2). A quantidade de N acumulada também foi superior em função das maiores quantidades de massa seca de palha e grãos produzidos com a aplicação de ureia em comparação aos demais tratamentos. A recuperação do N aplicado na forma de ureia foi de 87% enquanto nos tratamentos com cama de aviário foi de 35 e 40% nas doses de 2,5 e $5,0 \text{ t ha}^{-1}$ e de apenas 20% na dose de 10 t ha^{-1} .

Tabela 2. Concentrações de N no grão e na palha e recuperação do N pela cultivar SCS118 Marques submetida a aplicação de doses de cama de aviário e adubação química com NPK.

Tratamento	N grão (%)	N acumulado grão (kg ha^{-1})	N palha (%)	N acumulado palha (kg ha^{-1})	N acumulado grão+palha (kg ha^{-1})	Aproveitamento N aplicado (%)
Ureia	0,89 a	86 a	0,72 a	83 a	170 a	87 a
$0,0 \text{ t ha}^{-1}$ CA	0,73c	37 c	0,50 b	29 b	66 b	x
$2,5 \text{ t ha}^{-1}$ CA	0,76 c	53 bc	0,51 b	33 b	86 b	40 b
$5,0 \text{ t ha}^{-1}$ CA	0,78 bc	63 b	0,50 b	38 b	101 b	35 b
$10,0 \text{ t ha}^{-1}$ CA	0,85 b	63 b	0,51 b	40 b	103 b	18 c
CV(%)	4	12	14	13	14	11

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$).

CONCLUSÕES

A maior produtividade de grãos de arroz foi obtida no tratamento com adubação química.

Quanto à cama de aviário, a produtividade máxima de grãos de arroz ocorreu na dose de $6,6 \text{ t ha}^{-1}$.

A recuperação do N da ureia aplicada em cobertura foi superior à todas as doses de cama de aves incorporada ao solo antes da semeadura do arroz.

AGRADECIMENTOS

À Fapesc (Processo 6946/2011-9) e ao CNPq (Processo 562451/2010-2) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GOLDEN, B.R. et al. Recovery of nitrogen in fresh pelletized poultry litter by rice. **Soil Sci. Soc. Am. J.** v. 70. p.1359-1369, 2006.
- KNOBLAUCH, R.; FISTAROL, A.D.; BARCELOS, J. A.N.; MACHADO, M.O. Cama de aves e adubação química para o arroz irrigado cultivado em sistema pré-germinado. VIII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, Santa Maria, RS, 2013. Anais. 1122 p.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Itajaí, SC, 2012. 176 p. il.29. Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado, Gravatal, SC.

REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y CALIDAD DE GRANO EN GENOTIPOS DE ARROZ LARGO FINO EN DISTINTAS ZONAS DE CULTIVO

Rojas, A.¹; Pincirolí², M.; Bezus², R. ¹; Scelzo L. J. ²; Vidal, A. A.².

Palabras claves: *Oryza sativa*, temperatura, precipitación, calidad.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de arroz presenta gran adaptabilidad, no obstante, pequeñas variaciones en las condiciones meteorológicas pueden influir sobre la calidad final del grano cosechado. La temperatura del aire, en especial las nocturnas durante el periodo de llenado del grano, puede explicar ampliamente las fluctuaciones en la calidad de un año a otro (Cooper *et al.*, 2008). El rendimiento en grano entero es el principal factor que influye sobre la calidad industrial. La mayor o menor susceptibilidad del grano a fracturarse depende de un diverso número de variables ambientales y genéticas. En el momento previo a la cosecha, la pérdida o ganancia de humedad en el grano desde el ambiente influyen marcadamente sobre los valores finales de rendimiento industrial. El tamaño del grano es altamente heredable en la mayoría de los ambientes, aunque las temperaturas bajas después de la floración pueden reducir ligeramente la longitud del grano (Martínez y Cuevas, 1989). La temperatura de gelatinización tiene una heredabilidad razonablemente alta, aunque esta puede variar tanto como 10°C en una misma variedad en casos excepcionales según el medio ambiente. La temperatura durante el desarrollo también afecta el contenido de amilosa de los granos, pudiendo incrementarse o bajar según se registren temperaturas más bajas o altas que lo normal (Jennings *et al.*, 1981). En la actualidad, estudios sobre el cambio climático, predicen un incremento de la temperatura del aire de 1,8-4°C para fines de siglo (IPCC, 2007) afectando, fundamentalmente, las temperaturas mínimas. Los estudios agrometeorológicos pueden contribuir al conocimiento cuali-cuantitativo de la relación ambiente-producción agrícola.

El objetivo de este trabajo fue evaluar comparativamente la respuesta de los diferentes genotipos frente a la temperatura media del aire y las precipitaciones sobre los componentes de calidad de diferentes genotipos de arroz de tipo largo fino.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un ensayo en las localidades de La Plata (LP) (Lat.: 34°56'S 57°57'O, 26 msnm), Buenos Aires (zona subóptima desde el punto de vista de la oferta ambiental para el cultivo del arroz) y Urdinarraín (U) (Lat.: 32°41' S, Long. 58° 53' O, 54 msnm), Entre Ríos, zona tradicionalmente productora de arroz. Se evaluaron variedades y líneas provenientes del Programa Arroz de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de tipo comercial largo fino. Cambá INTA PROARROZ (Camba), Don Ignacio FCAYF (DI), Guri INTA CL (Guri), y las líneas H426-1-1-1(H426), H420-36-1-2-2 (H420), H407-8-2-1-1-1-1 (H407), H458-21-1-1-1(H458-21), H468-8-1-1-1 (H468), H458-9-1-1-1 (H458-9) y H431-17-1-1-1 (H431). El diseño experimental fue de bloques al azar con 3 repeticiones. Las siembras se realizaron en secano, en forma manual a razón de 350 semillas /m² en líneas a

¹ Alumna Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales

² Ingenieros agrónomos Programa Arroz. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. CC31. 1900 La Plata, Buenos Aires, Argentina.

e-mail: bezus@agro.unlp.edu.ar

0,20 m, en parcelas de 5 m². Los ensayos se condujeron con riego por inundación a partir de los 30 días de la emergencia y se controlaron las malezas con bispiribac sodio. La cosecha y la trilla se realizaron en forma manual, los granos se secaron en estufa a 41° C. Se realizaron observaciones fenológicas y determinaciones de calidad industrial y culinaria del grano: porcentaje de grano entero (GE) y total (GT), peso de mil granos con cáscara (PMG), porcentaje de panza blanca y enyesado (PB), temperatura de gelatinización mediante el test de Alkali (TA) y contenido de amilosa (CA). Se realizó un Análisis de la Varianza (ANOVA) utilizando como fuentes de variación las localidades y los genotipos, luego se realizó un análisis una vía para cada parámetro de calidad y localidad. Las medias se compararon por el test de Tukey (p<0,05). Los datos de temperaturas medias mensuales y precipitaciones, fueron proporcionados por la Dirección de Meteorología, FCAYF (La Plata) y por la Dirección de Hidráulica de la Municipalidad de Urdinarrain. Se calculó la sumatoria de las temperaturas diarias (GD) en base tb =10°C y precipitación acumulada durante el periodo de llenado de grano para cada genotipo en cada localidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los genotipos panojaron entre el 19 de enero y el 2 de febrero del 2014 en la localidad de la Plata y entre el 16 y 26 de enero en Urdinarrain con promedios del 29 y el 22 de enero respectivamente. Durante el período de llenado, tanto la acumulación térmica como la sumatoria de las precipitaciones acumuladas en la localidad de LP, fueron inferiores a las acumuladas en U para todos los genotipos, con valores promedios de 498,5 GD y 225 mm en LP y 699,7 GD y 519 mm en U. Los valores de porcentaje de grano entero (GE), peso de mil granos (PMG) y panza blanca (PB) presentaron interacción significativa genotipo x localidad (p<0,05).

Tabla 1. Valores medios de porcentaje de grano entero, peso de mil granos y porcentaje de panza blanca en las localidades de LP y U

	Grano entero (%)		Peso de mil granos		Panza blanca (%)	
	La Plata	Urdinarrain	La Plata	Urdinarrain	La Plata	Urdinarrain
Cambá	59,7 bc A	53,0 b B	24,6 fg A	24,7 cd A	1,0 ab A	1,6 bc A
DI	64,7 ab A	54,0 b B	25,7 efg A	26,0 bc A	1,1 a A	1,2 bc A
Gurí	62,0abcA	56,1 b B	22,4 h B	24,1 e A	0,8 abcA	1,2 bc A
H426	63,7 ab A	63,3 a A	24,0 gh A	24,2 e A	0,7 abc B	2,9 ab A
H420	60,7 bc A	53,3 b B	26,6 cdeA	25,9 bc A	0,8 abc B	4,2 a A
H407	57,7 cd A	53,7 b A	27,3 cd A	27,7 abcA	0,5 bc A	0,9 c A
H458-21	64,3 abA	58,0 ab B	29,9 a A	29,3 a A	0,4 c A	0,6 c A
H468	62 abcA	52,7 b B	29,5 ab A	29,2 a A	0,5 bc A	1,4 bc A
H458-9	66,7 a A	63,3 a A	28,1 bc A	29,0 ab A	0,3 c A	0,8 c A
H431	52,3 d A	54,7 b A	25,9 def B	27,4 bc A	0,4 c A	0,56 c A

Letras distintas minúsculas en las columnas y mayúsculas entre filas expresan diferencias significativas entre genotipos y entre localidades respectivamente (Tukey, p<0,05).

Los valores promedio de **GE** fueron de 61,4 y 56,0 para las localidades de LP y U. En términos generales los valores de GE resultaron un 8,8% inferiores en U (Tabla 1). Esta situación anómala puede haberse debido a las condiciones meteorológicas registradas especialmente en U, donde frecuentemente se presentan mayores valores de GE. Las precipitaciones acumuladas en el período de llenado fueron mayores en U con promedio para todos los genotipos de 519mm. Durante febrero en U se registraron tres periodos de lluvias de 190 mm, 68 mm y 44 mm intercalados con periodos de alta temperaturas, registrando en los intervalos temperaturas máximas promedios de 26,8°C; 29,9°C y 26,9°C. Según Jodari *et al.*, (1996) en el momento previo a la cosecha, la pérdida o ganancia de humedad en el grano desde el ambiente influyen marcadamente sobre los valores finales de rendimiento industrial. Las líneas H426, H407, H458-9 y H431 presentaron valores

equivalentes en ambas localidades, pudiéndose destacar el buen comportamiento de H426 y H458-9 con elevados GE posiblemente debido a factores genéticos, lo que demuestra la estabilidad de éstas frente a diferentes condiciones ambientales (Tabla 1). En U se obtuvieron los mayores valores con los genotipos H426 y H458-9, y el menor valor con H468, mientras en LP el valor mayor correspondió a H458-9 y el menor a H431, este último con características especiales por tratarse de un arroz aromático.

Los valores de **GT** en U, resultaron un 8,3% menores que en LP, promedio para todos los genotipos. En esta oportunidad también la causa puede haber sido las frecuentes y abundantes precipitaciones registradas en U pudiendo haber producido un grano con mayor porcentaje de cascara que en LP. Posiblemente por razones genéticas propias, las líneas con valores inferiores fueron H407 y H431.

El 20% de los genotipos ensayados presentaron valores superiores de **PMG** en U (Tabla 1). Los valores de acumulación calórica resultaron superiores en U que en LP. Los granos constituyen el principal destino, con altas temperaturas su crecimiento es mayor y en consecuencia aumenta la demanda de fotoasimilados y con esto aumenta el PMG. Los genotipos Gurí y H426 presentaron los valores más bajos en ambas localidades, mientras los genotipos H458-21 y H468 los más altos. Por otro lado algunos autores sostienen que el PMG tiene una alta carga genética ya que las glumas que son estructuras rígidas limitan el llenado del grano. Es así que los genotipos Gurí y H426 presentaron los valores más bajos en ambas localidades mientras H458-21 y H468, los más altos. La variedad Gurí presentó valores muy bajos de PMG en LP resultado que puede deberse a su germoplasma de tipo tropical (Proarroz, 2015) algo más exigente en temperaturas elevadas, viéndose afectada en climas templados.

Tabla 2. Valores medios de Porcentaje de grano total, contenido de amilosa y Test de álcali en LP y U.

	Grano Total (%)	Contenido de Amilosa	Test de álcali
Localidades			
La Plata	69,0 a	20,5 a	4,9 a
Urdinarrain	63,7 b	20,3 a	4,6 b
Genotipos			
Cambá	66,8 a	25,3 a	6,6 a
DI	67,3 a	22,0 b	3,5 cd
Gurí	66,1 ab	23,1 ab	6,9 a
H426	67,5 a	22,0 b	2,9 e
H420	66,7 a	21,6 b	3,2 de
H407	62,5 c	17,2 c	3,2 de
H458-21	66,2 ab	14,0 d	5,8 b
H468	68,3 a	17,2 c	5,8 b
H458-9	67,8 a	17,7 c	5,9 b
H431	64,0 bc	23,6 ab	3,7 c

Letras distintas en las columnas expresan diferencias significativas (Tukey, $p < 0,05$).

Los valores promedios de porcentaje de panza blanca fueron de 0,65 y 1,55 % en LP y U respectivamente, observándose un 138% más de PB en U. Si bien la totalidad de los genotipos presentó mayor PB en U, solo en las líneas H426 y H420 las diferencias fueron significativas (Tabla 1). Las temperaturas mínimas registradas en LP durante los meses de llenado de grano sumado a las máximas más elevadas en U pueden haber determinado este resultado. Las temperaturas mínimas registradas durante los meses de llenado de grano fueron de 16,0°C y 17,3°C en promedio en LP y U. El promedio de las temperaturas máximas para los meses del período de llenado de grano fueron de 26,3°C en LP y de 28,4°C en U. Las temperaturas más bajas retrasan el llenado mientras las altas temperaturas aceleran la madurez de las células del endosperma que actúan como

conducción de fotoasimilados a las células más alejadas y de esta forma se limita la conducción al interior del grano y quedan células parcialmente llenas que presentan las características de panza blanca (Livore, 2004). Las líneas de mayor transparencia en ambas localidades fueron H458-21, H458-9 y H431.

Los valores de contenido de amilosa y álcali test no presentaron interacción genotipo x localidad (Tabla 2). Los valores de temperatura de gelatinización expresados mediante el **test de álcali** resultaron un 8,6% inferiores en LP. Los genotipos Don Ignacio, H426, H420, H407 y H431 presentaron temperatura de gelatinización alta, H458-21, H468 y H458-9 intermedia, mientras que Cambá y Gurí resultaron de baja temperatura de gelatinización.

En cuanto al **CA**, no se observaron diferencias entre localidades. En general la temperatura del aire superior produce una disminución en el contenido de amilosa, que en este caso no se vio reflejado. La diferencia entre cultivares es mayormente genética; es así que las líneas H468, H458-9 y H407 presentaron valores bajos siendo H458-21 el de menor valor, luego se encuentran los cultivares Gurí, Don Ignacio, H431, H420 y H426 con valores intermedios, mientras Cambá presentó un valor superior a 25% (Tabla 2).

CONCLUSIONES

Las condiciones climáticas pueden influir marcadamente sobre el rendimiento industrial modificándose de un año a otro con graves perjuicios en lo económico. La influencia del ambiente con respecto al GE depende fundamentalmente de los genotipos. Algunos genotipos conservan estabilidad en el PMG a pesar de las condiciones climáticas diferentes. El porcentaje de PB se vio afectada en dos sentidos que se potencian: incrementada en U por las altas temperaturas y disminuida en LP por sus noches más frescas. En cuanto a la calidad culinaria, el CA no se ve modificado por las condiciones climáticas, mientras la TG, se vio disminuida por las noches frescas en la mayoría de los cultivares. El cambio climático puede afectar la respuesta de los genotipos existentes a las condiciones que se esperan de mayores precipitaciones y temperaturas mínimas más elevadas. Puede ser que la selección tienda a obtener genotipos mas adaptados a esta nueva realidad que se avecina.

AGRADECIMIENTO

Se agradece al Sr. Eduardo Aubert de la Estación Agrometeorológica Hidráulica de la Municipalidad de Urdinarra por el suministro de los registros climáticos de dicha localidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COOPER, N. T. W.; SIEBENMORGEN T. J.; COUNCE, P. A. Effects of night time temperature during kernel development on rice physicochemical properties. **Cereal Chemistry**, Washington, v. 85, p. 276-285, may-jun, 2008.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2007. **Summary for policy makers**. En Climate Change 2007: The Physical Science Basis. IPCC; Geneva, Switzerland, 9pp.
- JENNINGS, P. R.; COFFMAN, W.R.; KAUFFMAN, H.E. **Mejoramiento de arroz**. CIAT. Centro Internacional de Agricultura Tropical, 233p, 1981.
- JODARI, F.; LISCOMBE, D. Grain fisuring and milling yield of rice cultivars as influenced by environmental conditions. **Crop Science**, Madison, v.36; n. 6, p. 1496-1502, nov-dic, 1996.
- LIVORE, A. Calidad Industrial y Culinaria del Arroz. **Revista de Información sobre Investigación y Desarrollo Agropecuario (IDIA)**, Ciudad Autónoma de Buenos Aires v. 21, n. 6, p. 190-194, 2004.
- MARTÍNEZ, C. y CUEVAS, F. **Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz**. CIAT centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia, 75pp. 1989.
- PROARROZ, 2015. **Nuevas variedades de arroz**.
<http://www.proarroz.com.ar/variedades.php?pag=camba>. Acceso: 31 mar 2015.

RESPOSTA DAS CULTIVARES IRGA 424 RI e IRGA 424 A NÍVEIS DE ADUBAÇÃO

Rodrigo Schoenfeld¹, Mara Groohs¹, Filipe Selau¹, Elio Marcolin¹, Paulo Regis Ferreira da Silva².

Palavras-chave: arroz irrigado, recomendações de adubação, rendimento de grãos.

INTRODUÇÃO

Os recentes avanços em rendimento de grãos obtidos na cultura do arroz irrigado no RS são decorrentes de mudanças no manejo da cultura, a projetos de alta produtividade, como o Projeto 10 do IRGA, novas cultivares com maior potencial produtivo e a avanços nas recomendações de adubação (MENEZES et al., 2004; IRGA, 2008). A cultura do arroz irrigado é a que mais avançou nas recomendações de adubação, tendo como uma das principais mudanças a utilização da CTC para recomendação de potássio, além da resposta diferenciada em função do tipo de solo e do ciclo da cultivar. Hoje, as recomendações podem ser feitas conforme a época de semeadura, a região em que o produtor se encontra, a cultivar utilizada e o tipo de solo, sendo esse um diferencial da cultura do arroz irrigado em relação às recomendações de adubação das demais culturas. O lançamento de cultivares com maior potencial produtivo, como o IRGA 424, também contribuiu para o aumento da produtividade do RS. Na última safra, o IRGA entregou ao mercado o IRGA 424 RI, cultivar derivada do IRGA 424, para ser usada em áreas com problemas de arroz vermelho, sendo mais uma ferramenta para ser manejada no sistema Clearfield. A expectativa é de que essa cultivar tenha herdado a maioria das características do IRGA 424. Estamos realizando vários ensaios buscando ajustar o melhor manejo para este material. Diante disso, o objetivo deste trabalho é avaliar a resposta das cultivares IRGA 424 e IRGA 424 RI a diferentes níveis de adubação.

MATERIAL E MÉTODOS

Na safra 2013/14 foi realizado um experimento no município de Cachoeira do Sul, na Barragem do Capané. Os atributos químicos dos solo estão descritos na Tabela 1. A semeadura foi feita dentro da época recomendada, no dia 27 de outubro de 2013, e as demais práticas de manejo seguiram as orientações técnicas da pesquisa (SOSBAI, 2012). As cultivares utilizadas foram: IRGA 424 e IRGA 424 RI. Os tratamentos aplicados foram: 1. Testemunha (sem adubação); 2. Recomendação de adubação para expectativa baixa de resposta (60 kg N ha^{-1} , $40 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ e $60 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$); 3. Para expectativa média de resposta (90 kg N ha^{-1} , $50 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ e $85 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$); 4. Para expectativa alta de resposta (120 kg N ha^{-1} , $60 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ e $110 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$); 5. Para expectativa muito alta de resposta (150 kg N ha^{-1} , $80 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ e $135 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$). As doses de nutrientes aplicadas seguiram as indicações da SOSBAI (2012). A adubação foi aplicada no momento da semeadura e o nitrogênio foi aplicado em duas vezes, 70% da dose aplicado no estádio V3-V4, antecedendo a entrada d'água, e o restante da dose no estádio V8, antes do início da diferenciação do primórdio (IDP). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com três repetições, sendo as parcelas experimentais de 17 m^2 .

¹ Eng.º Agrônomo, Pesquisador do IRGA/EEA-Cachoeirinha, e-mail: rodrigosschoenfeld@yahoo.com.br

² Consultor técnico do IRGA

Tabela 1. Valores dos teores de matéria orgânica (M.O.), de fósforo (P) e de potássio (K) disponíveis (Mehlich 1) no local do experimento

	Índice fertilidade		
	M.O. %	P mg dm ⁻³	K
Cachoeira do Sul	1,1 B	6,7 A	74 A

B = Baixo; M = Médio; A= Alto; MA = Muito Alto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As duas cultivares apresentaram comportamento semelhante na resposta à adubação (Figura 1), tanto em produtividade como em incremento de produtividade pela adubação. Os incrementos de produtividade obtidos com a adubação foram de 4,2 Mg ha⁻¹ e 4,4 Mg ha⁻¹, respectivamente para as cultivares IRGA 424 e IRGA 424 RI.

Desde 2004, o IRGA vem realizando trabalhos buscando o melhor ajuste das recomendações de adubação. No período de 2004 a 2007 foi conduzida uma rede experimental em oito locais, nas seis regiões arroseiras do Estado, com dois ensaios em cada local, totalizando 64 ensaios nesse período. Esses resultados contribuíram para mudar a visão sobre a resposta da cultura do arroz a níveis de adubação. Até 2015, o IRGA já acumula mais de 130 ensaios conduzidos sobre este tema, publicados na sua maioria, nos eventos técnicos da cultura do arroz e da área de solos e fertilidade. Muitas respostas foram obtidas, como a resposta a fósforo de até 60 kg de P₂O₅, a incorporação da CTC como critério de tomada de decisão para as doses de potássio e a resposta diferenciada a níveis de adubação de cultivares de arroz.

Nas duas cultivares a resposta à adubação foi linear. Trabalhos anteriores realizados pelo IRGA (2007) mostram que a resposta das cultivares está associada ao ciclo, sendo que materiais de ciclo médio respondem mais à adubação que os de ciclo precoce (SCHOENFELD et al., 2007). As cultivares IRGA 424 e IRGA 424 RI apresentam ciclo de 132 dias. Nas duas cultivares, a maior produtividade foi atingida com as doses de 150, 80 e 135 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Os ganhos de produtividade em relação à testemunha, sem adubação, foram de 4,2 e 4,4 Mg ha⁻¹, respectivamente, para as cultivares IRGA 424 e IRGA 424 RI. Na testemunha sem adubação foram obtidos rendimentos de 7,7 e 7,8 Mg ha⁻¹, respectivamente para as cultivares IRGA 424 e IRGA 424 RI de arroz, a testemunha sem adubação, nos últimos anos, tem sido um bom indicador do potencial do solo dessas áreas, pois a resposta das cultivares é muito semelhante em qualquer região do Estado, o que muda é o potencial inicial do solo.

À medida que as produtividades superam 10 Mg ha⁻¹, se faz necessário a reavaliação das doses de P₂O₅ no sistema de recomendação da SOSBAI. Em patamares elevados de produtividade, a resposta chega a 80 kg de P₂O₅ ha⁻¹. Além disso, se considerar a exportação de 4,5 a 5,0 de P₂O₅ por Mg ha⁻¹ de arroz produzido, pode estar reduzindo, ao longo dos anos, os teores desse nutriente no solo.

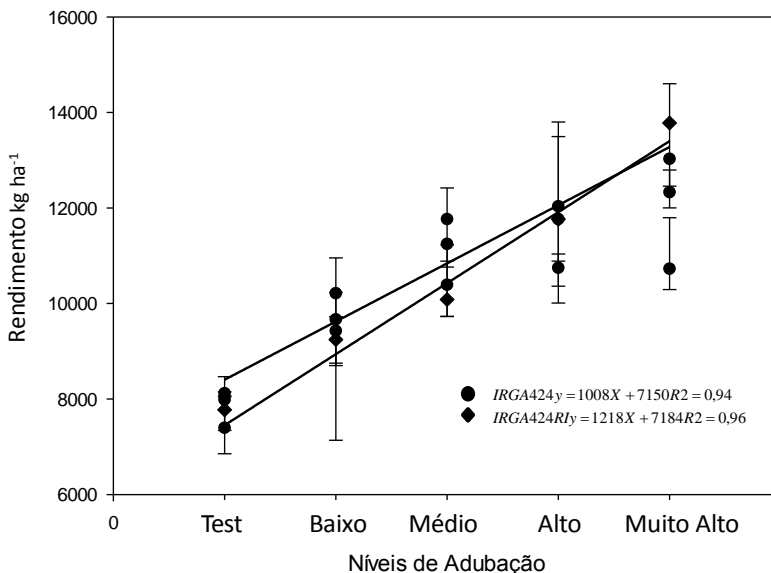


Figura 1: Resposta das cultivares IRGA 424 e IRGA 424 RI a níveis de adubação, Barragem do Capané, Cachoeira do Sul, safra 2013/14.

Testemunha (sem adubação);

Baixo (60 kg N ha⁻¹, 40 kg P₂O₅ ha⁻¹ e 60 kg ha⁻¹ K₂O);

Médio (90 kg N ha⁻¹, 50 kg P₂O₅ ha⁻¹ e 85 kg ha⁻¹ K₂O);

Alto (120 kg N ha⁻¹, 60 kg P₂O₅ ha⁻¹ e 110 kg ha⁻¹ K₂O);

Muito Alto (150 kg N ha⁻¹ de 80 kg P₂O₅ ha⁻¹ e 135 kg ha⁻¹ K₂O).

Os resultados obtidos na safra 2013/14 (Figura 1) seguem a mesma tendência de resposta a níveis de adubação, com ganhos consistentes e significativos, iguais aos obtidos em trabalhos similares em anos anteriores (SCHOENFELD et al., 2007). No geral, todas as cultivares necessitam de doses elevadas de adubação para obter altos rendimentos, sendo que as de ciclo precoce respondem menos à adubação do que as de ciclo médio. Essa característica passa a ser fator de relevância a ser considerado na hora de recomendar adubação. Trabalhos como este possibilitam ao IRGA, quando do lançamento de novas cultivares, como o IRGA 424 RI, ter certeza, de qual o manejo recomendado para que o produtor de arroz irrigado, que é o nosso cliente, obtenha os melhores resultados.

CONCLUSÃO

- A cultivar derivada IRGA 424 RI apresenta o mesmo comportamento de resposta a níveis de adubação à sua cultivar de origem, a IRGA 424.

- A maior produtividade obtida nas duas cultivares IRGA 424 RI e IRGA 424 foi com a dose de 150, 80 e 135 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, com os respectivos ganhos de 4,4 e 4,2 Mg ha⁻¹ de grãos de arroz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porto Alegre: SBCS-Núcleo Regional Sul, 2004. 400 p.

GENRO JUNIOR, S.A. et al. Eficácia das atuais recomendações de adubação para o arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 27, 2007, Pelotas, RS. Anais... Pelotas: EMBRAPA, 2007. p. 624-626.

MENEZES, V.G.; MACEDO, V.R.M.; ANGHINONI, I. Projeto 10: Estratégias de manejo para o aumento da produtividade, competitividade e sustentabilidade da lavoura de arroz irrigado no RS. Porto Alegre: IRGA, 2004. 32p.

SCHOENFELD, R., GENRO JUNIOR, S. A., MARCOLIN, E., MACEDO, V. M., ANGHINONI, I. Estratégia de adubação para incremento de produtividade do arroz irrigado no Rio Grande do Sul In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 27, 2007, Pelotas, RS. Anais... Pelotas: EMBRAPA, 2007. p. 555 – 558.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO – SOSBAI. **Recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Gravatal, SC: SOSBAI, 2012. 179 p.

RESPOSTA DE CINCO CULTIVARES DE SOJA AO EXCESSO HÍDRICO EM UM GLEISSOLO

Hendz, M. J.¹; Giordano, C.P.³; Junior, D.F.U.²; Zanon, A.J.²; Vian, A.L.³; Almeida, D.³; Turra, M.A.³; Silva, J.A.¹; Bredemeier, C.⁴

Palavras-chave: rotação de culturas, solos hidromórficos, rendimento de grãos.

INTRODUÇÃO

O cultivo de soja em rotação com a cultura de arroz irrigado vem crescendo significativamente em solos de terras baixas, os quais representam 20% da área cultivada do estado do Rio Grande do Sul. Os solos são de característica hidromórfica, sujeitos a saturação por água e alagamentos periódicos, apresentando deficiência na drenagem natural, proporcionado pelo relevo plano, associado a um perfil de camada superficial pouco profundo (PINTO et al., 1999). A rotação de culturas com a soja nessas áreas promove a redução dos níveis de infestação por plantas daninhas, incremento no teor de matéria orgânica e incorporação de nitrogênio ao sistema (CORREIA et al., 2013).

Uma alternativa de estimar o estado nutricional da planta em relação ao nitrogênio e o potencial produtivo *in-situ* é a utilização de novas técnicas de monitoramento na fase inicial de desenvolvimento das plantas por meio de sensores ópticos ativos de vegetação. Neste cenário, o presente trabalho objetivou estudar a resposta de cinco cultivares de soja ao excesso hídrico em solo característico de terras baixas do estado do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento a campo foi realizado na safra 2014/2015, na Estação Experimental do Arroz (EEA) do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), em Cachoeirinha (RS), em solo classificado como Gleissolo háplico distrófico típico (STRECK et al., 2008). Foram utilizadas cinco cultivares de soja, sendo TEC IRGA 6070 RR e TEC 5936 IPRO (consideradas mais tolerantes ao excesso hídrico), e DON MARIO 5.8i RR, NA 5959 IPRO e NA 5909 (consideradas mais sensíveis ao excesso hídrico), as quais foram submetidas a condição de inundação do solo por quatro dias.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por área de 20 m², constituída por quatro linhas de 5 m de comprimento, espaçadas em 0,5 m. O alagamento, com lâmina de água de aproximadamente 10 cm, ocorreu quando as plantas estavam entre os estádios de desenvolvimento V6 – V9. A semeadura foi realizada em 20/11/2014, na densidade de 30 sementes aptas m⁻². O rendimento de grãos foi obtido através da colheita de área de 3 m², o que corresponde às duas linhas centrais de cada parcela, descontando-se as duas linhas laterais das bordaduras. Após a trilha, foi determinado o peso de grãos por unidade experimental e extrapolado para rendimento de grãos (em kg ha⁻¹), na umidade de 13%.

Os componentes de rendimento analisados foram peso do grão, número de legumes planta⁻¹ e número de grãos legume⁻¹. A determinação do peso do grão foi realizada através da pesagem de três amostras de 50 grãos. O número de legumes planta⁻¹ foi obtido pela contagem de legumes em amostra composta por 10 plantas de cada parcela. O número de grãos legume⁻¹ foi determinado pela divisão do número de grãos pelo número de legumes das 10 plantas coletadas. Para proceder as leituras de reflectância (Índice de vegetação por diferença normalizada - NDVI) na área utilizou-se equipamento GreenSeeker, posicionado sobre as duas linhas centrais de cada parcela. As leituras foram realizadas entre os dias 05/01/2015 (um dia antes da inundação do solo) e 04/02/2015 (25 dias após a drenagem).

¹ Acadêmico da Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre/RS, murilohendz@gmail.com

² Eng. Agr., Pesquisador do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), Cachoeirinha-RS.

³ Eng. Agr., Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, UFRGS - Porto Alegre/RS.

⁴ Prof. Adjunto, Departamento de Plantas de Lavoura, UFRGS, Porto Alegre/RS. bredemeier@ufrgs.br

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento de grãos nas cinco cultivares de soja submetidas à condição de excesso hídrico apresentou diferença estatística entre as cultivares (Figura 1). A cv. NA 5959 reduziu o rendimento de grãos significativamente se comparada as demais cultivares, sendo, neste estudo a cv. menos produtiva. Entretanto, entre as demais cultivares não houve diferença no rendimento de grãos em função do excesso hídrico.

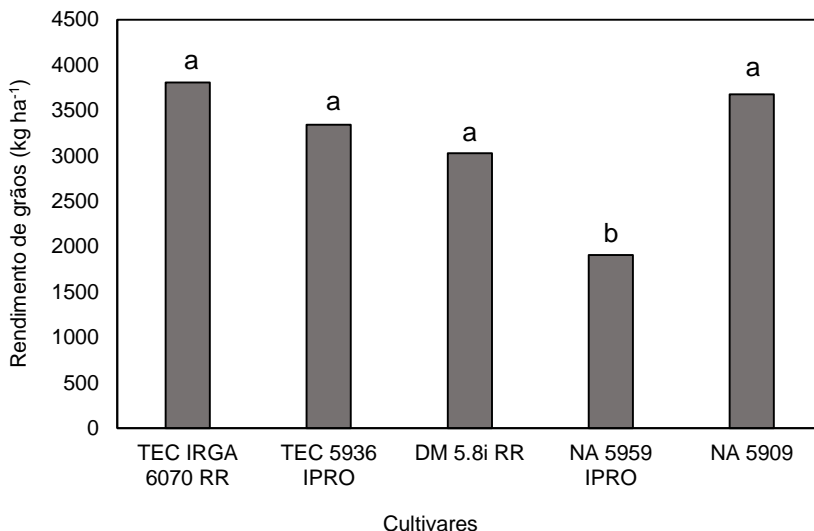


Figura 1. Rendimento de grãos de cinco cultivares de soja submetidas ao excesso hídrico. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 1% de probabilidade. Cachoeirinha, RS, 2014/2015.

O baixo rendimento de grãos da cv. NA 5959 pode ser explicado pelo menor peso do grão e o menor número de legumes planta⁻¹, sendo este o componente de rendimento mais afetado em função da inundação do solo (Tabela 1). A cv. TEC IRGA 6070 apresentou menor peso de grão, com 134,4 mg, sendo, entretanto, compensado pelo maior número de legumes planta⁻¹. Já na cv. TEC 5936 o peso do grão foi de 190,6 mg, compensando o baixo número de legumes planta⁻¹. O peso do grão, mesmo sendo uma característica fortemente determinada pelo genótipo, pode apresentar variações em função do ambiente (THOMAS & COSTA, 2010). Para o componente número de grãos legume⁻¹, não houve diferença estatística entre as cultivares em função da condição de inundação do solo.

A leitura do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) se mostrou como ferramenta promissora para avaliar resposta das cultivares ao excesso hídrico. As leituras realizadas 17 dias após retirada da água da área foram capazes de detectar diferença entre as cultivares (Figura 2). A cv. NA 5959 apresentou menor NDVI se comparada as demais cultivares o que refletiu em menor rendimento de grãos. Já a cv. Don Mario apesar de apresentar NDVI intermediário entre as cultivares, isto não se refletiu em diferença de rendimento.

Tabela 1. Componentes de rendimento de cinco cultivares de soja submetidas ao excesso hídrico. Cachoeirinha, RS, 2014/2015.

Cultivar	Peso do grão	Legumes planta ¹	Grãos legume ¹
	(mg)	(nº)	(nº)
TEC IRGA 6070 RR	134,4 c ¹	98,8 a	2,19 ns
TEC 5936 IPRO	190,6 a	34,2 b	2,34
DM 5.8i RR	161,3 b	28,6 b	2,12
NA 5959 IPRO	171,1 b	20,1 b	2,26
NA 5909	163,1 b	37,3 b	2,19
CV (%) ²	5,0	35,4	4,7

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

²Coeficiente de variação.

ns: não significativo (p>0,05).

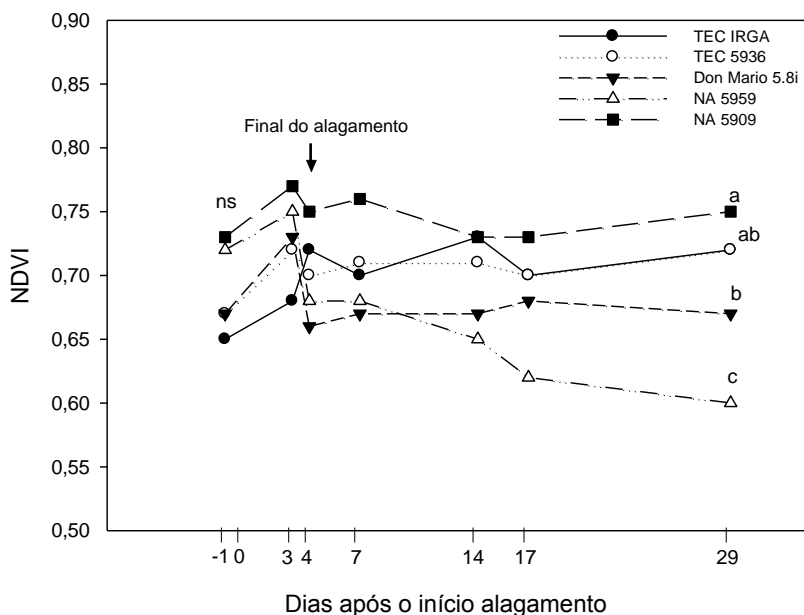


Figura 2. Variação do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) antes do alagamento (05/01/2015) e 29 dias após início do alagamento (04/02/2015). Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 1% de probabilidade. ns: não significativo (p>0,05). Cachoeirinha, RS, 2014/2015.

CONCLUSÃO

Neste estudo, a cv. NA 5959 apresentou maior sensibilidade ao excesso hídrico se comparada às demais cultivares. A utilização do sensor óptico de vegetação (NDVI) se mostrou como ferramenta promissora para identificar estresse nas plantas submetidas ao excesso hídrico no solo de maneira rápida e não destrutiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CORREIA, S. L. et al. Estratégias de manejo da palha de azevém para cultivo do arroz irrigado em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 512-520, 2013.
- PINTO, L.F.S. et al. Caracterização de solos de várzea. In: GOMES, A.S.; PAULETTO, E.A. (Eds). **Manejo do solo e da água em áreas de várzea**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. Cap.1, p.11-36
- STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER RS, 2008. 222p.
- THOMAS, A. L., COSTA, J. A. **Soja: manejo para alta produtividade de grãos**. Porto Alegre: Evangraf, 2010. 248 p.

RESPOSTA DO ARROZ EM SUCESSÃO À SERRADELA NATIVA À ADUBAÇÃO NITROGENADA

Silmara da Luz Correia¹; Paulo Regis Ferreira da Silva²; Madalena Boeni³; Tiago Zchornack⁴; Lucas Hegele⁵; José Antonio Celestino Severo Alves⁶

Palavras-chave: sucessão de culturas, adubação nitrogenada, rendimento de grãos.

INTRODUÇÃO

A integração lavoura-pecuária faz proveito da resteva do arroz e das pastagens em intervalos de pousio de dois, três ou mais anos. Assim, o agricultor diminui gastos pelos benefícios que a pecuária de corte proporciona, como ciclagem de nutrientes no solo e consumo de plantas indesejadas que podem permanecer na área. Entretanto, é importante a introdução de espécie da família das leguminosas, como a serradela nativa (*Ornithopus micranthus*), para incorporar nitrogênio (N) ao solo e conservá-lo durante o outono-inverno. Essa espécie apresenta potencial devido a sua adaptação a ambientes mal drenados. No fator de escolha de espécies, a relação C:N de resíduos da planta no solo é importante para controle da quantidade de N mineral disponível para as plantas (VICTORIA et al., 1992). Uma espécie de cobertura do solo com baixa relação C:N apresenta maiores taxas de decomposição, fomentando os microrganismos do solo a imobilizar o nitrogênio e assim disponibilizando maior quantidade desse nutriente nos primeiros estádios de desenvolvimento da cultura, como ocorre com as leguminosas (MENEZES, 2001).

Além da adição de N ao sistema solo-planta, o uso da serradela como cobertura de solo poderia aumentar a disponibilidade de outros nutrientes, como potássio, fósforo, cálcio e magnésio, o que aumenta significativamente a capacidade de troca de cátions do solo (ANGHINONI et al., 2007; VEZZANI et al, 2009). Com o cultivo contínuo de arroz irrigado ao longo dos anos, observou-se estagnação de rendimentos de grãos de arroz em alguns locais, mesmo com o investimento em tecnologia de alto nível e em cultivares com alto potencial produtivo. Nesse sentido, o manejo adequado do solo e a utilização de sistemas de rotação e sucessão de culturas são estratégias importantes para sustentabilidade da atividade orizícola. A agregação de resíduos de coberturas de inverno pode resultar em aumento das quantidades de carbono e nitrogênio a longo prazo no solo, colaborando, assim, para sequestro de carbono atmosférico e para diminuir doses de fertilizante nitrogenados a serem adicionadas ao solo.

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a contribuição da serradela nativa em reduzir a dose de nitrogênio a ser aplicado no arroz irrigado cultivado em sucessão, contribuindo para a sustentabilidade da atividade orizícola.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo por três anos consecutivos, 2011/12, 2012/13 e 2013/14, nas mesmas unidades experimentais, no município de Cachoeirinha, região arrozeira da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, em um Gleissolo Háplico Distrófico típico, de textura franco-argilosa (STRECK et al., 2008). Os tratamentos consistiram de dois tipos de cobertura de solo no inverno (serradela nativa e pousio) e da

¹ Doutoranda do Departamento de Plantas de Lavoura, FA/UFGRS, bolsista do CNPq, Av. Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre-RS, CEP 91560-000, E-mail: silcorreia@gmail.com.

² Docente na FA/UFGRS, Pesquisador do CNPq e Consultor Técnico do IRGA.

³ Dra. em Ciência do Solo, Pesquisadora da FEPAGRO.

⁴ Pós doutorando em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

⁵ Engenheiro Agônomo, bolsista de nível superior do CNPq.

⁶ Aluno de graduação, bolsista de iniciação científica do CNPq, da Universidade Luterana do Brasil.

aplicação de seis doses de nitrogênio em cobertura (0, 30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹ de N) no arroz irrigado cultivado em sucessão. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, dispostos em parcelas divididas, com três repetições.

Anteriormente à implantação do experimento, a área encontrava-se em pousio há dois anos. A semeadura da serradela ocorreu na segunda quinzena de abril nos três anos. A densidade de semeadura foi de 6 kg ha⁻¹ de sementes e não se utilizou adubação na serradela, tanto na semeadura quanto em cobertura, nos três anos. A dessecação foi realizada 20 dias antes da semeadura do arroz, com herbicida de ação total (glyphosate, na dose 0,5 kg ha⁻¹). A semeadura do arroz, cultivar IRGA 424, ocorreu em 03 de novembro de 2011, 27 de outubro de 2012 e 01 de novembro de 2013, com densidade de 100 kg ha⁻¹ de sementes, espaçamento entrelinhas de 17 cm e profundidade de semeadura de 3,0 cm. A adubação na semeadura consistiu de 13, 54 e 86 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, utilizando-se 320 kg ha⁻¹ da fórmula 04-17-27 para expectativa de resposta Muito Alta à adubação (SOSBAI, 2014). A adubação nitrogenada em cobertura foi dividida em duas épocas de aplicação, sendo 2/3 no estágio V₃, segundo escala de Counce et al. (2000), imediatamente antes da aplicação dos herbicidas e da entrada de água, e o restante em V₈, antes da diferenciação da panícula. Nos três anos, plantas daninhas, pragas e doenças foram controladas para não interferirem no rendimento de grãos de arroz. A entrada de água ocorreu no estágio V₃, mantendo-se uma lâmina de água com altura em torno de 7,5 cm, durante todo o ciclo da cultura. A supressão da irrigação ocorreu no estágio R₇-R₈, quando a maioria dos grãos se encontrava no estado pastoso a farináceo.

As determinações realizadas na serradela foram: rendimento de massa seca (MS) por ocasião da dessecação. Na cultura do arroz irrigado, as determinações realizadas foram: rendimento de massa seca da parte aérea no estágio R₄ e rendimento de grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, aplicou-se o teste de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os rendimentos de massa seca (MS) da parte aérea da serradela obtidos em 2011, 2012 e 2013 foram altos, sendo de, respectivamente, 3,46, 3,68 e 3,10 Mg ha⁻¹. No entanto, a presença dessas quantidades de resíduos não influenciou a densidade inicial de plantas de arroz em relação ao pousio.

Nos três anos, o rendimento de MS da parte aérea do arroz no florescimento foi influenciado apenas pelo efeito principal de nível de N aplicado (Figura 1). O rendimento de MS aumentou de forma quadrática com o incremento do nível de N. Os máximos rendimentos de MS foram obtidos com as aplicações de 120 e 150 kg ha⁻¹ de N, respectivamente no primeiro e segundo anos. O rendimento de MS da parte aérea do arroz no segundo ano foi praticamente o dobro do obtido no primeiro ano.

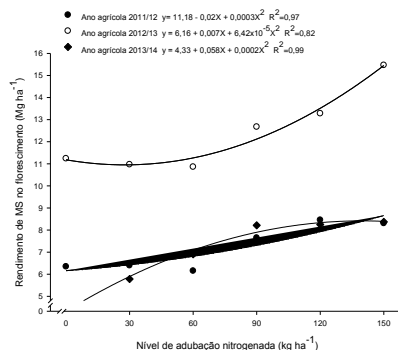


Figura 1. Rendimento de massa seca (MS) de plantas de arroz irrigado no florescimento em função de níveis de adubação nitrogenada em cobertura, em três anos agrícolas, na média de dois tipos de cobertura de solo.

Nos dois primeiros anos, o rendimento de grãos de arroz não variou em função de tipo de cobertura de solo no inverno, sendo influenciado apenas pelo efeito principal de nível de N aplicado. O rendimento de grãos aumentou de forma quadrática à medida que incrementou o nível de N aplicado, nos dois primeiros anos (Figura 2A). Os máximos rendimentos de grãos foram obtidos com a aplicação das doses de 90 e 120 kg ha⁻¹ de N, respectivamente no primeiro e segundo anos. Independentemente do nível de N, o rendimento de grãos foi maior no primeiro ano em relação ao segundo ano (Figura 2A), embora tenha sido verificado o inverso para rendimento de MS da parte aérea no florescimento, que foi maior no segundo ano (Figura 1).

No terceiro ano houve interação significativa de tipo de cobertura de solo e doses de aplicação de N em cobertura no arroz (Figura 2B). Independentemente da cobertura de solo no inverno, o rendimento de grãos aumentou de forma quadrática com o incremento da dose de N aplicada no arroz. No entanto, a dose de máxima eficiência técnica do N aplicado foi menor no arroz em sucessão à serradela (88 kg ha⁻¹) em relação ao em sucessão a pousio (124 kg ha⁻¹). Em comparação ao pousio, o cultivo de serradela no inverno reduziu em 36 kg ha⁻¹ a dose de N a ser aplicada em cobertura no arroz em sucessão, para se atingir o máximo rendimento de grãos. Sem aplicação de N em cobertura, o rendimento de grãos de arroz aumentou de 5,96 Mg ha⁻¹, em sucessão ao pousio, para 8,15 Mg ha⁻¹, em sucessão à serradela.

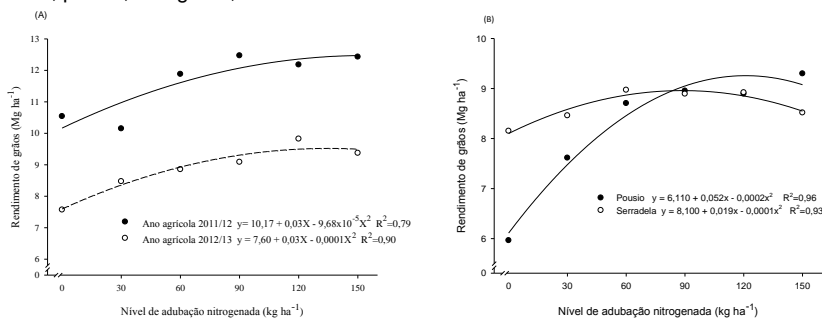


Figura 2. Rendimento de grãos de arroz em função de níveis de adubação nitrogenada em cobertura e de dois tipos de cobertura de solo (A) nos dois primeiros anos de estudo e (B) no terceiro ano de estudo.

CONCLUSÃO

Por reduzir a dose de N a ser aplicada no arroz em sucessão, o cultivo de serradela como cobertura de solo no inverno constitui-se em uma estratégia eficiente para a sustentabilidade da atividade orizícola no estado do RS.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), edital Universal 14/2012, pelos recursos aportados ao projeto e pelas bolsas de nível superior do quinto autor e de iniciação científica do último autor (Proc. No. 482 912/2012-0).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGHINONI, I. et al. Fertilidade do solo e seu manejo em sistema plantio direto. Fertilidade do Solo. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. p. 874-919.

COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v.40, n.2, p. 436-443, 2000.

MENEZES, V.G. et al. Semeadura direta de genótipos de arroz irrigado em sucessão a espécies de cobertura de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 9, p. 1107-1115, 2001.

STRECK, E.V; KAMPF, N.; DALMOLIN, R.C.D. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER, 2008. 222p.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa. v. 33, n. 4, p. 743-755, 2009.

VICTORIA, R.L.; PICCOLO, M.C.; VARGAS A.A.T. O ciclo do nitrogênio. In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P. (Coord.) **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p. 119.

RESPOSTA DO ARROZ IRRIGADO AO DÉFICIT HÍDRICO EM DIFERENTES FASES FENOLÓGICAS

Jaqueline Trombetta da Silva¹; Rogério Oliveira de Sousa²; José Maria Barbat Parfitt³; Walkyria Bueno Scivittaro³; Giovani Greigh Brito³; Marília Alves Brito Pinto⁴; Antonyony Severo Winkler⁴; Thais Antolini Veçozzi⁴; João Gomes⁵; Víctor Cieza Tarrillo⁵; Cristiano Weinert⁵; Luiz Carlos Timm²

Palavras-chave: tensão de água no solo, manejo da água, *Oryza sativa* L.

INTRODUÇÃO

No Rio Grande do Sul, o cultivo do arroz dá-se predominantemente no sistema irrigado por inundação contínua. Para suprir a necessidade de água do arroz, estima-se que se utilize, atualmente, um volume de água médio de 8 a 10 mil m³ ha⁻¹, para um período médio de irrigação de 80 a 100 dias (SOSBAI, 2014). Praticamente 100% desse volume provém da irrigação, razão pela qual a demanda hídrica do arroz irrigado é considerada muito elevada.

Alguns estudos, como os realizados por Petrini et al. (2013) nos municípios de Pelotas e Bagé, no RS, evidenciam que o uso da água pela cultura é bastante superior à necessidade da planta de arroz e que sua demanda hídrica depende das condições ambientais, uma vez que o uso de água foi de 9.489 e 12.127 m³ ha⁻¹, respectivamente, totais que desconsideram as chuvas ocorridas durante o período de cultivo.

Em estudo desenvolvido para avaliar manejos que otimizem o uso da água pela cultura de arroz irrigado, Scivittaro et al. (2010) verificaram que a antecipação da supressão da irrigação do arroz para os estádios de grãos pastoso e leitoso não afetou o desempenho produtivo da cultura, relativamente à manutenção da inundação até a maturação de colheita. Por sua vez, Petrini et al. (2013) verificaram que a irrigação por inundação intermitente na fase vegetativa (entrada da água realizada no estádio de quatro folhas (V4), sendo suprimida imediatamente após o estabelecimento da lâmina de água até o início da fase reprodutiva) proporcionou produtividade de grãos semelhante ao sistema de irrigação por inundação contínua a partir de V4. Ambos os trabalhos mostraram redução no uso de água em relação à irrigação contínua.

A maioria dos estudos relacionados à avaliação de manejos da irrigação para o arroz não realiza o controle da tensão de água no solo, quando da supressão da irrigação. Considerando-se que possivelmente ocorreram chuvas durante os períodos de supressão da irrigação, acredita-se que essas possam ter influenciado os resultados.

A adoção de métodos alternativos à irrigação contínua, como a irrigação por inundação intermitente, requer o conhecimento aprofundado da relação entre a magnitude do estresse hídrico e a produtividade do arroz em diferentes fases fenológicas. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi determinar o efeito da tensão de água no solo em diferentes fases fenológicas da cultura do arroz irrigado sobre a produtividade de grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado sob condições de campo, na safra agrícola 2014/2015, em área da Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do

¹Doutoranda em Manejo e Conservação do Solo e da Água, FAEM/UFPEL, Campus Universitário s/n, Pelotas-RS, Caixa Postal 354, jak_trombetta@hotmail.com.

²Professor Dr., UFPEL, bolsista PQ do CNPq.

³Pesquisador(a), Embrapa Clima Temperado.

⁴Doutorando(a) em Manejo e Conservação do solo e da Água, FAEM/UFPEL.

⁵Graduando em Agronomia, FAEM/UFPEL.

Leão, RS. Utilizou-se a cultivar de arroz irrigado BRS Sinuelo CL, de ciclo médio. Esta foi submetida ao déficit hídrico, fazendo-se uso de diferentes tensões de água no solo, em diferentes fases fenológicas da cultura, constituindo os tratamentos: lâmina de água de 7,5 cm de altura e tensões de água no solo correspondentes a 0; 10 e 40 kPa associadas às fase vegetativa (estádio de cinco folhas (V5) até a iniciação da panícula (R0)); fase reprodutiva (estádio de diferenciação da panícula (R1) até floração (R4) + 10 dias); e fase de maturação (estádio R4+10 dias até o estágio de grão pastoso (R7)). Os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e quatro repetições. O fator fase fenológica foi disposto nas parcelas (20 m x 4,6 m) e o fator tensão de água no solo, nas subparcelas (4,6 m x 3,5 m).

O arroz foi semeado em 11 de novembro de 2014, utilizando-se uma densidade de 90 kg ha⁻¹ de sementes viáveis, com a emergência ocorrendo seis dias após a semeadura. Os tratamentos culturais seguiram as indicações técnicas para a cultura de arroz irrigado (SOSBAI, 2014). Por sua vez, para o acompanhamento dos estádios fenológicos do arroz, utilizou-se, como referência, a escala de Counce et al. (2000). A estimativa da diferenciação da panícula foi feita pelo método de graus-dia (STEINMETZ et al., 2010) e da iniciação da panícula, considerando-se que esse evento ocorre com quatro dias de antecedência da diferenciação da panícula (CARLI et al, 2014).

A irrigação da cultura foi iniciada no estágio V4, imediatamente após a primeira aplicação de nitrogênio (N) em cobertura. Para a efetivação dos tratamentos de déficit hídrico programados, procedeu-se à drenagem das subparcelas experimentais no início de cada período em que estava previsto déficit hídrico. Para evitar confundimento do efeito do manejo do nitrogênio em cobertura com o déficit hídrico, a drenagem das subparcelas foi realizada nos estádios V5 e R1, ou seja, cerca de quatro dias após a aplicação do N em cobertura, possibilitando a absorção do nutriente pelo arroz.

Para monitorar a tensão de água no solo no período em que o solo esteve drenado, foram instalados dois sensores watermark® em cada subparcela, na profundidade de 10 cm. Quando a tensão média nas subparcelas atingiu a tensão pré-determinada, 10 e 40 kPa, essas foram irrigadas de forma que tensão de água no solo retornasse ao valor zero (solo saturado). Nos períodos em que a cultura não esteve sob déficit hídrico, as parcelas foram irrigadas por inundação contínua, mantendo-se uma lâmina de 7,5 cm de altura.

Para determinar o efeito da tensão de água no solo em cada fase do ciclo da cultura do arroz, utilizou-se análise de regressão, tendo como variável independente, a tensão média no solo durante o período de déficit e, como variável dependente, o rendimento relativo de grãos da cultura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A duração dos períodos de déficit hídrico nas fases vegetativa, reprodutiva e de maturação foi de 27, 32 e 17 dias, respectivamente. Durante esses períodos, o arroz foi irrigado sempre que a tensão de água no solo atingia 10 e 40 kPa, de acordo com o tratamento, o que ocorreu, em média, oito e três vezes na fase vegetativa, dez e seis vezes na fase reprodutiva, e três e uma vez na fase de maturação, respectivamente.

Os dados de produtividade de grãos do arroz foram expressos de forma relativa à produtividade máxima obtida no tratamento com presença de lâmina de água de 7,5 cm em cada fase fenológica, sendo apresentados na **Figura 1**. Na fase vegetativa, não se determinou efeito da tensão média de água no solo, de até 20 kPa, sobre a produtividade do arroz, relativamente ao tratamento com irrigação por inundação contínua, embora tenha havido ligeiro decréscimo à medida que a tensão média de água no solo aumentou (**Figura 1a**). Petrini et al. (2013), ao compararem sistema de irrigação intermitente (entrada da água realizada em V4 seguida de supressão da irrigação até o início da fase reprodutiva) também não determinaram redução no rendimento de grãos de arroz em relação à inundação contínua.

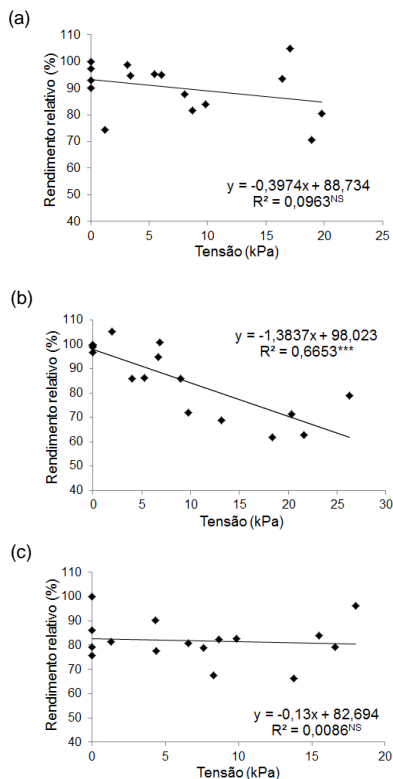


Figura 1. Rendimento relativo de grãos de arroz em função da tensão de água no solo nas fases vegetativa (a), reprodutiva (b) e de maturação (c).

Durante a fase reprodutiva a cultura do arroz é mais sensível ao déficit hídrico no solo, o que se reflete em redução significativa na produtividade de grãos, em resposta ao aumento da tensão da água no solo. A produtividade do arroz foi cerca de 30% menor que a irrigação por inundação contínua, no tratamento em que se aplicou tensão de 40 kPa (Figura 1b). Em termos práticos, a tensão de 40 kPa é atingida, nessa fase fenológica e no solo em estudo (Planossolo), entre 4 a 5 dias após a saturação do solo. Tal resultado demonstra que a adoção de irrigação por inundação intermitente na fase reprodutiva implica em diminuição significativa no rendimento de grãos do arroz, corroborando com dados obtidos por Pinto et al. (2013), ao avaliarem tensões de água no solo em cultivo de arroz irrigado por aspersão na região Sul do Rio Grande do Sul. Esses autores também verificaram que, na fase reprodutiva, o arroz é mais sensível ao déficit hídrico, sendo que se o déficit ocorrer próximo a fase de floração (R4) os prejuízos são mais intensos. Na fase reprodutiva, mais precisamente na floração, a deficiência hídrica promove redução no número de espiguetas e aumento na esterilidade destas (STONE, 2005).

Durante a maturação, a aplicação de déficit hídrico, com tensão média de água no solo de até 20 kPa, não influenciou a produtividade de grãos do arroz (Figura 1c). Scivittaro et al. (2010) também observaram que o manejo da irrigação por inundação intermitente, com supressão da irrigação nos estádios de grãos leitoso e pastoso não provocaram prejuízos

ao desempenho produtivo do arroz, relativamente à inundação contínua. A ausência de efeito dos tratamentos sobre a produtividade do arroz nessa fase do ciclo pode estar associada ao fato de que, após a floração, particularmente na fase de enchimento de grão/granação, a necessidade de água da cultura é mínima (GOMES et al., 2004).

Cabe salientar que este experimento deverá ser repetido nas próximas safras, a fim de consolidar os resultados, para que sirvam de base para a adoção de manejos alternativos da irrigação para o arroz, com garantia de manutenção da produtividade e redução na quantidade de água utilizada.

CONCLUSÃO

O arroz é mais sensível ao déficit hídrico durante a fase reprodutiva (período compreendido entre a iniciação da panícula e floração mais dez dias), relativamente às fases vegetativa e de maturação. Na fase reprodutiva, o aumento da tensão de água no solo reduz a produtividade de grãos da cultura.

O arroz irrigado quando submetido à deficiência hídrica de até 20 kPa, em média, durante as fases vegetativa e de maturação, apresenta produtividade de grãos semelhante à obtida em manejo com manutenção de lâmina de água contínua.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, CNPq, EMBRAPA e FAPERGS pela bolsa de estudos e auxílio à pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARLI, C. et al. **Determinação do número de dias e de graus-dia em que a iniciação da panícula (IP) antecede a diferenciação da panícula (DP) em cultivares de arroz irrigado.** Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2014. 5 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular técnica, 156).

COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, v.40, n.2, p.436-443, 2000.

GOMES, A. da S.; PAULETTO, E.A.; FRANS, A.F. H. Uso e manejo da água em arroz irrigado. In: GOMES A. da S.; MAGALHÃES JR. A. M (Ed.) **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2004, p.417-455.

PETRINI, J. A. et al. Estratégias de irrigação para redução do uso da água em arroz irrigado. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 8, 2013, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, SOSBAI, 2013.2 pp 1180-1183.

PINTO, M. A. B. et al. Arroz irrigado aspersão: consumo hídrico e rendimento de grãos em função da tensão de água no solo. In: XV ENPÓS – Encontro de Pós-graduação, 2013, Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas, Universidade Federal de Pelotas. 2013. Disponível em: <http://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2013/CA_02294.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2015.

SCIVITTARO, W. B.; STEINMETZ, S.; SEVERO, A.C.M. **Demanda hídrica e eficiência de uso da água pelo arroz: influência do período de supressão da irrigação.** Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2010 (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).

SOSBAI - SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil/XXX Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado.** Bento Gonçalves, RS: SOSBAI, 2014. 192 p.

STEINMETZ, S. et al. **Uso de graus-dia para estimar a data de diferenciação da panícula (DP) de seis subgrupos de cultivares de arroz irrigado visando à adubação nitrogenada em cobertura no Rio Grande do Sul.** Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2010. 75 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 121).

STONE, L. F. **Eficiência do Uso da Água na Cultura do Arroz Irrigado.** Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e feijão, 2005. 48 p. (Documentos 176). Disponível em: <<http://core.ac.uk/download/pdf/15426123.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2015.

RESPOSTA DO MILHO À IRRIGAÇÃO EM ÁREAS DE ARROZ

Elisa de Almeida Gollo¹; Adroaldo Dias Robaina²; Enio Marchesan³; Gabriel Donato⁴; Marília Ferreira da Silva⁵; Anelise Lencina da Silva⁶

Palavras-chave: *Zea mays* L., rotação de culturas, eficiência de uso da água

INTRODUÇÃO

Anualmente são cultivados 1,1 milhões de hectares com arroz irrigado no Rio Grande do Sul. Porém, o cultivo sucessivo do arroz tem causado o aumento da incidência de doenças, pragas e, principalmente plantas daninhas, restringindo a elevação da produtividade do cereal nessas áreas.

Neste sentido, uma das estratégias mais eficazes para minimizar a ocorrência desses problemas é a utilização de sistemas de rotação e sucessão de culturas em áreas onde se cultiva o arroz. Dentre as opções de espécies para uso em rotação com o arroz irrigado está a cultura do milho. Estudos verificaram que o incremento na produtividade do arroz, situa-se em torno de 20 a 25%, quando em rotação com milho, seja por um, dois ou três anos, dependendo do nível de desinfestação do solo (BISPO, 2011).

Porém, algumas limitações abióticas impõem condições desfavoráveis ao crescimento e desenvolvimento de plantas de milho, particularmente a disponibilidade de água. Nesse contexto, o milho é considerado uma cultura sensível ao déficit hídrico, principalmente quando o estresse ocorre durante o período crítico de pré-floração e floração (MORIZET & TOGOLA, 1984). Por esse motivo, a quantidade e a distribuição da precipitação pluvial têm sido os principais condicionantes do rendimento de grãos de milho obtido no sul do Brasil (FORSTHOFER et al., 2006). Na Depressão Central do RS, a probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica em dezembro e janeiro é de 60%, ou seja, em seis, de cada dez anos, ocorre deficiência hídrica no período crítico da cultura (MATZENAUER et al., 2002).

Dessa forma, é relevante avaliar a importância da irrigação suplementar para a cultura do milho nessa região. O objetivo desse trabalho foi avaliar a resposta da cultura do milho à irrigação em área de arroz irrigado e determinar a eficiência de uso da água da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido durante o ano agrícola de 2014/15 em área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. A área localiza-se na região fisiográfica da Depressão Central, na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, onde, o solo é classificado como Planossolo Háplico eutrófico arênico pertencente à unidade de mapeamento Vacacaí (EMBRAPA, 2013).

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso com dois tratamentos: T1 = Irrigação por sulcos; T2 = Testemunha (sem irrigação), ambos sobre

¹Engenheira Agrônoma, Mestranda em Engenharia Agrícola, UFSM, Santa Maria-RS. Avenida Roraima, nº 1000 Prédio 42 Sala 3331 - Cidade Universitária – Camobi. CEP: 97105900. Santa Maria, RS – Brasil. elisagollo@hotmail.com

²Engenheiro Agrônomo, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Rural, UFSM, Santa Maria-RS.

³Engenheiro Agrônomo, Prof. Doutor, Depto. de Fitotecnia, UFSM, Santa Maria-RS

⁴Acadêmico do curso de Agronomia, UFSM, Santa Maria-RS

⁵Acadêmica do curso de Agronomia, UFSM, Santa Maria-RS

⁶Acadêmica do curso de Agronomia, UFSM, Santa Maria-RS

microcamalhões, com quatro repetições. As unidades experimentais possuíram dimensões de 45m de comprimento e 4m de largura, totalizando 180 m² cada. A semeadura do milho foi realizada em 16 de novembro de 2014, utilizando-se a semeadora camalhoneira KF Hyper Plus 6/5 que confeccionou os microcamalhões e sulcos de irrigação no momento da semeadura. Foram utilizadas sementes do híbrido simples e precoce de milho Agrocere AG 9045 PRO2, com densidade de semeadura de 80.000 plantas por hectare.

A adubação aplicada na semeadura foi de 20, 140 e 60 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Em cobertura, aplicou-se um total de 225 kg ha⁻¹ de N, parcelado nos estádios V4, V7 e V9, e 60 kg ha⁻¹ de K₂O no estádio V7, conforme escala de Ritchie et al. (1993). Os demais tratos culturais, como controle de plantas daninhas, pragas e doenças, foram realizados conforme recomendações técnicas para cultura (EMBRAPA, 2013).

A necessidade de irrigação e a lâmina aplicada foram determinadas através do monitoramento da umidade do solo, a uma profundidade de raiz de 20cm, pelo método das pesagens, adotando-se como critério de reposição da lâmina de irrigação o limite inferior de 60% da capacidade de campo do solo. Foi adotada a vazão de 1 L/s por sulco. A quantificação do volume de água utilizado nas irrigações foi realizada através do uso de um hidrômetro.

Ao final do ciclo da cultura foram avaliadas as características agrônômicas: estatura de plantas, diâmetro do colmo, altura de inserção da espiga; os componentes de rendimento: número de espigas por m², número de grãos por espiga, peso de mil grãos e rendimento de grãos, avaliado em uma área útil de 6 m² e expresso na umidade de 13 g kg⁻¹; e determinada a eficiência de uso da água, expressa em quilograma de grãos de milho por metro cúbico utilizado de água. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (p≤0,05). Quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste “t” ao nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a safra 2014/15, houve distribuição regular das precipitações durante quase todos os meses de cultivo do milho (Figura 1). As precipitações com maiores volumes ocorreram durante a emergência e o desenvolvimento vegetativo da cultura, não havendo necessidade de irrigação nesses períodos. Porém, com base no monitoramento da umidade do solo, foram necessárias duas irrigações em períodos reprodutivos da cultura, sendo a primeira aos 64 dias e a segunda aos 74 dias após a emergência das plantas, quando as mesmas estavam nos estádios VT e R1. Em cada irrigação utilizou-se uma lâmina de água de 12 mm, totalizando 24mm de água aplicada no tratamento irrigado. A precipitação pluvial ao longo do desenvolvimento da cultura foi de 720 mm, portanto, os tratamentos irrigados receberam um total de 744mm de água.

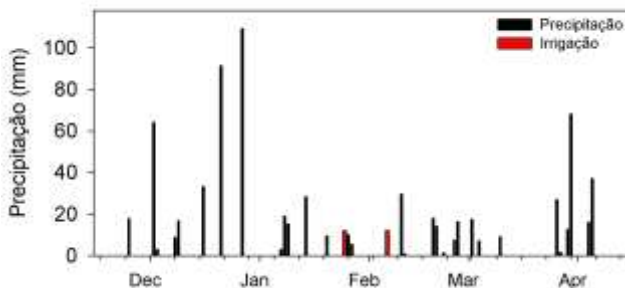


Figura 1. Precipitação e eventos de irrigação durante os meses de cultivo do milho em área de arroz. Santa Maria, RS, 2015.

Para as características agronômicas: diâmetro do colmo, estatura de planta e altura de inserção da espiga (Tabela 1), não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos. O que pode ser explicado devido à primeira necessidade de irrigação ter ocorrido somente no estágio VT da cultura, estágio esse, em que as plantas de milho atingem seu máximo crescimento vegetativo (EMBRAPA, 2013). Portanto, como as irrigações foram realizadas a partir desse estágio para o tratamento irrigado, não houve resposta dessa prática para essas características.

Tabela 1. Número de espigas por metro quadrado, peso de mil grãos, diâmetro do colmo, estatura de planta e altura de inserção da espiga de milho em função da irrigação em área de arroz. Santa Maria, RS, 2015.

Característica	Irrigado	Não irrigado	CV(%) ¹
Espigas m ² (n°)	8,8 ^{ns}	8,8	7,04
Peso de mil grãos (g)	317,67 ^{ns}	316,17	4,10
Diâmetro do colmo (cm)	19,33 ^{ns}	18,53	11,99
Estatura de planta (m)	2,17 ^{ns}	2,16	4,49
Altura de inserção da espiga (m)	1,17 ^{ns}	1,13	12,3

¹Coeficiente de variação; ^{ns} – Não significativo na linha (p < 0,05);

O tratamento irrigado obteve maior rendimento de grãos em relação ao não irrigado (Tabela 2), resultado que corrobora com os obtidos por Rodrigues et al. (2013) e Mass et al. (2013) em estudos com milho cultivado em sistema de microcamalhões e irrigado por sulcos em áreas de arroz localizadas na Depressão Central do Rio Grande do Sul. O rendimento de grãos de milho teve um acréscimo de 16%, totalizando 1537kg ha⁻¹, para o tratamento irrigado, justificando-se pelo fato das irrigações terem sido realizadas em estádios de floração da cultura, VT e R1, fases em que, segundo Bergamaschi et al. (2006) ocorre a maior sensibilidade ao déficit hídrico da cultura.

Apesar de não ter ocorrido diferença significativa no número de espigas por metro quadrado e peso de mil grãos (Tabela 1), componentes de rendimento da cultura, as plantas do tratamento irrigado apresentaram significativo aumento no número de grãos por espiga (Tabela 2), o que pode ser justificado pelo uso da irrigação, pois, Segundo Silva (2001), quando ocorre déficit hídrico no espigamento da cultura, o déficit causa defasagem entre a liberação de pólen e a emissão de estigmas, reduzindo o número de grãos por espiga, causando redução na produção.

Tabela 2. Rendimento de grãos, número de grãos por espiga e eficiência de uso da água de milho em função da irrigação em área de arroz. Santa Maria, RS, 2015.

Característica	Irrigado	Não irrigado	CV(%) ¹
Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)	9602a	8065b	6,38
Grãos por espiga (n°)	398,9a	334,8b	2,64
Eficiência de uso da água (kg m ⁻³)	1,3 ^{ns}	1,2	8,16

¹Coeficiente de variação; *Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste “t” (p < 0,05); ns – Não significativo (p < 0,05);

O tratamento irrigado obteve maior eficiência do uso da água (Tabela 2), apesar dos índices de eficiência não terem diferido significativamente, comprovando a resposta positiva do milho à irrigação. Resultado também encontrado por Rodrigues et al. (2013)

para o uso de irrigação por sulcos em milho.

CONCLUSÃO

A cultura do milho responde ao uso de irrigação, com aumento no rendimento de grãos e maior eficiência de uso da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; COMIRAN, F.; BERGONCI, J.I; MULLER, A.G.; FRANÇA, S.; SANTOS, A. O.; RADIN, B.; BIANCHI, C.A.M.; PEREIRA, P. G. Deficit hídrico e produtividade na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.2, p.243-249, 2006.
- BISPO, N. B. **Seleção de genótipos e análise da tolerância do milho (Zea mays L.) ao encharcamento do solo**. 2011. 78 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- EMBRAPA - **Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul**, safras 2013/2014 e 2014/2015. /58º Reunião Técnica Anual de Milho– Pelotas, 2013. 123 p.
- FORSTHOFER, E.L.; SILVA, P.R.F. da; STRIEDER, M.L.; MINETTO, T.; RAMBO, L.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SUHRE, E.; SILVA, A. A. Desempenho agrônomo e econômico do milho em diferentes sistemas de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, p.399-407, 2006.
- MASS, M. B.; SILVA, P. R. F.; SCHOENFELD, R.; RODRIGUES, J. F.; ALVES, J. A. S. C.; HEGELE, L. Desempenho agrônomo de milho em áreas de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria, **Anais...**Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, 2013. p. 1628-1637.
- MATZENAUER, R. BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M.A.;MALUF, J.R.T.; BARNI, N.A.; BUENO, A.C.; DIDONÉ, I.A.; ANJOS, C.S.; MACHADO, F.A.; SAMPAIO, M.R.. **Consumo de água e disponibilidade hídrica para milho e soja no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Fepagro, 2002. 105p. (Boletim Fepagro, 10).
- MORIZET, J.; TOGOLA, D. Effect et arrière-effect de la sécheresse sur la croissance de plusieurs génotypes de maïs. In: CONFÉRENCE INTERNATIONALE DES IRRIGATIONS ET DU DRAINAGE, 1984, Versailles. Les besoins en eau des cultures. Paris: Inra, 1984. p.351-360.
- RITCHIE, S. W.; JOHN, J. H.; GARREN, O. B. **How a corn plant develops?** Ames: Iowa State University of Science and Technology. Cooperative Extension Service, 1993. (Special Report,48).
- RODRIGUES, J. F.; SILVA, P. R. F.; CASTRO, N. R.; LOUZADA, J. A.; SCHOENFELD, R.; MASS, M. B. Eficiência do uso de água e rendimento de grãos na cultura do milho em área de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria, **Anais...**Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, 2013. p. 1628-1637.
- ROTA, A. M. **Avaliação da irrigação por sulcos em solos com camada de impedimento**. 2003. 134 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- SILVA, P.R.F. Crescimento e desenvolvimento. In: **Indicações técnicas para a cultura de milho no estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Fepagro, Embrapa Trigo, Emater/RS, Fecoagro/RS, n.7, 2001. 135p.

RESPUESTA DE DIFERENTES GENOTIPOS DE ARROZ (*Oryza sativa*) DE TIPO LARGO FINO A LA FERTILIZACIÓN FOLIAR MEDIDA SOBRE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y PROTEÍNA EN GRANO

Pincirolí, M.¹; Lima, P. J.²; Bezus, R.¹; Scelzo, L. J.¹, Vidal, A. A.¹

Palabras clave: componentes de rendimiento, esterilidad, proteína, nitrógeno

INTRODUCCIÓN

En nuestro país la superficie de arroz sembrada alcanzó las 222.695 hectáreas para la campaña 2012/2013. El rendimiento promedio ponderado nacional del arroz Largo Fino fue de 6,30 toneladas por hectárea y la producción total alcanzó 1.397.242 toneladas para la misma campaña (Reportearroz, 2013). Se considera al arroz como un cultivo tradicional de gran significancia en las provincias de Entre Ríos y Corrientes, donde se genera el mayor porcentaje de la producción nacional, alcanzando más del 80% de la misma (Bolsa de Cereales de Entre Ríos, 2009). Los nutrientes que constituyen factores limitantes para el arroz, en orden de importancia son, nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y zinc (Zn) (Gamarra, 1996). En mayor proporción que en otros cultivos la productividad de arroz depende de la disponibilidad y eficiencia en la absorción del N, tanto por su contribución directa como por permitir la absorción de otros nutrientes (Norman *et al.* 2003).

Los sistemas de producción de este cereal varían considerablemente dependiendo de la región. Es así que existen sistemas de producción bajo riego, en condiciones de secano; y métodos de siembras diferentes siendo por trasplante, al voleo, pregerminado y en línea, entre otros. El nitrógeno en las plantas está asociado a la síntesis proteica, es un componente de la molécula de clorofila, interviene en la actividad fotosintética y en la utilización de carbohidratos. En consecuencia, este nutriente esencial condiciona el crecimiento, desarrollo y rendimiento que puede alcanzar un cultivo por lo que se considera el elemento nutritivo fundamental de todas las plantas afectando todos los parámetros que contribuyen al rendimiento. Las recomendaciones que surgen a partir de las investigaciones en Estados Unidos, muestran que la fertilización, previo a la inundación, es la más efectiva si se realiza sobre suelo seco y se inunda antes de los 5 días de aplicado el N (Quintero *et al.*, 2011). Una alternativa a la fertilización nitrogenada con Urea, es la utilización de fertilizantes foliares.

Según Ntanos y Koutroubas (2002) el uso de fertilizantes foliares aplicados cerca del final de ciclo en arroz puede proporcionar un complemento nutricional en el momento que la traslocación de fotoasimilados a los granos, lo que es crucial para el rendimiento. Santos *et al.* (2007) observaron que la aplicación foliar de un producto con 30% de nitrógeno en estadios de inicio de macollaje y diferenciación de la panoja, presenta ventajas comparativas con la urea en cobertura ya que reduce la esterilidad de las espiguillas, aumenta el peso de los 1000 granos. Mientras que Camargo *et al.*, (2008) aplicando diferentes fertilizantes foliares minerales que contenían macronutrientes y micronutrientes no observaron diferencias significativas en los distintos componentes, panojas por metro cuadrado, número de granos, peso de 1000 granos y esterilidad de espiguillas. El contenido proteico es una variable muy asociada al genotipo, las condiciones de cultivo y la fertilización (Vidal *et al.*, 2012).

¹ Ingenieros agrónomos del Programa Arroz. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, CC31. 1900, La Plata, Buenos Aires, Argentina.

² Ing. agr. actividad privada

e-mail: lacfa@agro.unlp.edu.ar

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de nitrógeno sobre los componentes de rendimiento, esterilidad y proteína en grano de diferentes genotipos de arroz de tipo largo fino.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron ensayos durante la campaña 2011/12 en La Plata (Lat.: 34° 52'S y Long.:57°57W), provincia de Buenos Aires, zona considerada subóptima para el cultivo de arroz. Se sembraron 5 genotipos: Camba INTA, Don Ignacio FCAyF, Don Justo FCAyF, H407-2-1-1-1-1 (H 407) y H431-17-1-1 (H431). El cultivo se condujo con riego por inundación a partir de los 30 días de la emergencia y se controlaron las malezas con bispiribac sodio.

Los tratamientos fueron dos niveles de fertilización foliar: (0 control) y dos aplicaciones de 6l/ha cada una de fertilizante Niebla® Forte (9,3% nitrógeno, 2,6% de fósforo asimilable, 2,1% de potasio soluble y 4,9% de azufre) aplicadas en diferenciación del primordio floral y en embuchamiento. El diseño fue bloques al azar con 3 repeticiones. El material se cosechó y trilló en forma manual. Los granos se secaron en estufa a 41°C hasta 14% de humedad. Se determinó la fenología y componentes de rendimiento y calidad: peso seco de la biomasa aérea de la planta cosechada desde el cuello (biomasa), rendimiento en grano, índice de cosecha, como el cociente entre los valores antes obtenidos, número de panojas por metro cuadrado, peso de los mil granos con cáscara (PMG), número de granos llenos y vanos y contenido proteico en grano (%) por microKjeldahl. Con los datos obtenidos, se realizó un Análisis de la Varianza (ANOVA) utilizando como fuentes de variación la fertilización y los genotipos. Las medias se compararon por el test de Duncan ($p<0,05$).

RESULTADOS

Los parámetros número de panojas/m², PMG, biomasa, rendimiento e índice de cosecha no presentaron interacción significativa Fertilización x Genotipo (Tabla 1).

Tabla 1: Valores medios de biomasa, número de panojas/m² rendimiento, Índice de cosecha y peso de mil granos de los 5 genotipos con ambos tratamientos de fertilización foliar

	Biomasa	Rendimiento (g/m ²)	Índice de Cosecha	N° panojas/m ²	Peso de mil granos
Tratamientos					
sin fertilizante	1432.3 a	654.0 a	0,46 a	361.7 a	24,1 b
con fertilizante	1424.5 a	685.8 a	0,48 a	365.5 a	25.3 a
Genotipos					
Camba	1441,5 a	695.4 a	0,49 a	370,0 ab	23.5 b
Don Ignacio	1576,1 a	690.8 a	0,44 a	339,5 b	24.2 b
Don Juan	1356,6 a	683.3 a	0,51 a	325,2 b	26.7 a
H 407	1382,4 a	685.7 a	0,50 a	332,5 b	26.0 a
H420-46	1385,6 a	594.4 a	0,44 a	450,8 a	23.1 b

Letras distintas en las columnas expresan diferencias significativas (Duncan, $p<0,05$).

No se registraron diferencias en los valores de biomasa, rendimiento e índice de cosecha entre genotipos, ni entre los diferentes tratamientos de fertilización foliar (Tabla 1).

Con respecto al **rendimiento**, si bien las diferencias no son significativas estadísticamente, algunos genotipos mostraron diferencias con la aplicación del fertilizante foliar, destacándose la mayor respuesta en Camba (datos no mostrados). No se registraron diferencias en los valores de **número de panojas** para los tratamientos con y sin fertilizante. Esto puede deberse a que el momento de la primera aplicación del fertilizante fue en diferenciación del primordio floral, momento en el cual ya se encontraba definido el número

de macollos por m². En los distintos genotipos se encontraron diferencias para número de panojas, destacándose el genotipo H420 con un valor de 450,8 panojas por m².

Los valores del **peso de mil granos** cáscara, resultaron superiores en un 5,15% con la aplicación del fertilizante. Esto significó un incremento del 4,9% en los rendimientos lo que podría traducirse en un impacto económico siempre que se compare con el valor de la práctica. También entre los distintos genotipos se observaron diferencias, destacándose Don Justo con un valor de 26,7 g, en contraposición con H420 con un valor de 23,1 g.

Tabla 2. Valores medios de granos vanos por panoja, granos llenos por panojas y granos totales por panoja, proteína en grano de los 5 genotipos con ambos tratamientos de fertilización foliar

Fertilización total		Nº granos vanos/panoja		Nº granos llenos /panoja		Nº granos totales/panoja		Proteína en grano (%)		Gramos de proteína / m²	
Tratamientos											
sin fertilizante		10,4	a	91,7	b	102,1	a	9,27	b	56,74	b
con fertilizante		9,0	a	100,8	a	109,73	a	9,85	a	68,45	a
Genotipos											
Camba		12,5	ab	102,5	a	115,1	a	9,02	a	60,0	a
Don Ignacio		8,4	abc	107,9	a	116,3	a	9,37	a	67,3	a
Don Juan		3,8	c	98,6	a	102,3	a	9,05	a	60,2	a
H 407		16,8	a	97,8	a	114,6	a	10,31	a	67,5	a
H420-46		6,9	bc	74,5	b	81,4	b	10,07	a	58,1	a

Letras distintas en las columnas expresan diferencias significativas Duncan, p<0,05).

La aplicación de fertilizante foliar no modificó los valores de **granos vanos** por panoja, pero se encontraron diferencias en los distintos genotipos para este parámetro, destacándose Don Justo con el menor valor (3,8 granos vanos) y H407 con el mayor (16,8 granos vanos por panoja) (Tabla 2).

La aplicación de fertilizante foliar incremento en un 9,9% el numero de **granos llenos** por panoja. Durante el llenado ocurre la movilización de nitrógeno desde los sitios de absorción, en este caso las hojas, hacia los granos o fuentes de destino. Esto coincidió con lo observado por Pirchi *et al.* (2010), al existir una disponibilidad de N mayor se genero una cantidad suficiente de fotoasimilados para lograr el llenado de las espiguillas diferenciadas. Se observó que el genotipo H420 arrojó un valor inferior de 74,51 granos llenos por panoja, diferenciándose de los demás.

No se encontraron diferencias significativas en el número de **granos totales** por panoja entre los tratamientos; pero se observó un leve incremento en el tratamiento con fertilizante, resultando superior en un 7,5 %. Tampoco existieron diferencias significativas para los distintos genotipos, pero H420 presentó el menor valor de granos totales por panoja (Tabla 2).

Se observaron diferencias en el **contenido proteico** en grano que se potencia cuando se cuantifica en contenido proteico por m², arrojando una diferencia positiva a favor de la aplicación de fertilizante foliar con respecto la no aplicación del mismo. Esto se debe al efecto adicional del incremento de los rendimientos por efecto del tratamiento. Esto coincide con lo observado Patrick y Hoskins (1974) quienes evaluando diferentes variedades, encontraron que la aplicación de nitrógeno producía un incremento significativo en la producción de proteína por hectárea, en todas las variedades. Los distintos genotipos no mostraron diferencias significativas, pero existe una diferencia de un 14 % entre el menor valor correspondiente a Camba, y el mayor valor correspondiente a H407 para el contenido de proteína en granos. La línea H420 también presentó un elevado contenido proteico en grano.

CONCLUSIONES

La fertilización foliar podría producir mejoras en la productividad del cultivo a través del incremento en uno o más de los componentes de rendimiento, dependiendo de los genotipos. Asimismo podría influir en el porcentaje de proteína en grano siendo este efecto sumamente importante al tratarse de un cereal con destino a consumo humano, y fundamentalmente de sectores con carencias nutricionales.

BIBLIOGRAFIA

- BOLSA DE CEREALES DE ENTRE RÍOS. **Arroz 2008/2009, Rendimiento y producción**. <http://www.bolsacer.com.ar>. 2009. Acceso en: 26 jun. 2013.
- CAMARGO, E. R.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. Manutenção da área foliar e produtividade de arroz irrigado com a aplicação de fertilizantes foliares no estádio de emborrachamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.5, p. 1439-1442, 2008.
- GAMARRA, G. **Arroz: Manual de producción**. Cap. VI Nutrición de la planta de arroz Editorial Hemisferio Sur. p 162. 1996.
- NORMAN, R.; WILSON, C.; SLATON, N. **Soil fertilization and mineral nutrition in U.S. mechanized rice culture**. In: Smith C.W.; Dilday R.H. eds. Rice, origin, history, technology and production. Wiley, Inc., Hoboken, New Jersey. USA. p. 331-413, 2003.
- NTANOS, D. A.; KOUTROUBAS, S. D. Dry matter and N accumulation and translocation for Indica and Japonica rice under Mediterranean conditions. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.74, p. 93-101, 2002.
- PIRCHI, H. J.; ARGUISSAIN, G. G.; GREGORI, L. A. Evaluación de la respuesta a la fertilización nitrogenada (urea) en diferentes dosis y momentos de aplicación en el cultivar Gurí INTA CL. EEA INTA C. del Uruguay. **Proarroz Resultados Experimentales 2010-2011**, Concordia, v. 20, p.107-111, 2011.
- QUINTERO, C.; *et al.* **Estrategias de fertilización con Urea en Arroz**. INTA-PROARROZ. Campaña 2011-2012, Fundación PROARROZ. v. 21, p.75. 2011.
- REPORTEARROZ.com <info@reportearroz.com>. RESUMEN SEMANAL 29/2013. Acceso en: 19 jul. 2013.
- SANTOS, L. O.; WINKLER, A. S.; CHIARELO, C. **Resposta do arroz irrigado a estratégias de adubação com micronutrientes aplicados via foliar e nas sementes**. In: Congresso de Iniciação Científica, 16, p.1-5, 2007.
- VIDAL, A. A., BEZUS, R. y ASBORNO, M. Efecto del atraso en la época de siembra sobre el desarrollo, la productividad y la calidad del arroz en Buenos Aires, Argentina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Estado de Santa Catarina, v. 9, n. 2, p. 287-292, 2001.

ROTAÇÃO DE CULTURAS, ADUBAÇÃO VERDE E NITROGENADA SOBRE OS COMPONENTES DE PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DO ARROZ DE TERRAS ALTAS EM SISTEMA PLANTIO DIRETO*

Orivaldo Arf¹; Salatier Buzetti¹; Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues¹; Marco Eustáquio de Sá¹; Marlene Cristina Alves¹; José Roberto Portugal²; Cleiton José Alves² e Lucas Martins Garé³

Palavras-chave: *Oryza sativa* L, plantio direto consolidado, nitrogênio em cobertura.

INTRODUÇÃO

O arroz é cultivado em todo o território nacional e atualmente, aproximadamente 50% da área é cultivada no sistema irrigado por inundação e os outros 50% no sistema de cultivo de terras altas. A cultura do arroz, em sistema de cultivo em terras altas, foi muito utilizada para a abertura de novas áreas nas regiões de fronteira agrícola. Como essas áreas diminuíram, devido ao grande impacto ambiental como a mudança climática e a severa perda da biodiversidade, a cultura deve passar a fazer parte de sistemas de rotação, integrando sistemas mais complexos com outras culturas ou até mesmo com pastagens e incorporada ao sistema de cultivo em plantio direto em rotação com outras culturas. Trabalhos de pesquisa estão sendo desenvolvidos na busca de informações para tornar essa prática vantajosa para o orizicultor de terras altas. Na cultura do arroz irrigado, no entanto, a adoção do sistema plantio direto é tida como a solução potencialmente capaz de minimizar as crescentes infestações de arroz vermelho.

De acordo com BORGHI et al. (2006), a maior limitação do arroz de terras altas ao plantio direto é devida à concentração superficial dos nutrientes, inibindo o desenvolvimento radicular em profundidade; nessas condições, ocorrem problemas de nutrição e absorção de água, devido ao espaço explorado pelas raízes ser restrito aos primeiros 15 cm de profundidade. A mesma camada superficial do solo nesse sistema apresenta adensamento (compactação), e segundo BORDIN et al. (2003) a resposta negativa do arroz de terras altas em semeadura direta é consequência, principalmente, de sua grande exigência em macroporosidade no perfil do solo.

Uma alternativa para minimizar esse problema é o emprego da adubação verde (cobertura vegetal) e rotação de culturas, que dão ao solo condições de fornecer à cultura um melhor desenvolvimento, devido aos benefícios eminentes a essa prática, como: proteção ao solo, manutenção ou aumento da matéria orgânica, menor amplitude térmica, diminuição da lixiviação do nitrogênio, fixação do nitrogênio atmosférico, redução da população de plantas daninhas, controle de nematóides, etc. Essas características, portanto, levam em consideração a sustentabilidade da produção, trazendo não somente soluções aos problemas específicos da cultura do arroz de terras altas em regiões com riscos de estiagem, como aumento na estabilidade da produção, diminuição dos insumos e fertilizantes agrícolas e no impacto ambiental.

Tendo em vista o acima exposto, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de restos culturais de milho solteiro ou consorciado com gramínea e leguminosas e adubação nitrogenada em cobertura nos componentes de produção e produtividade do arroz de terras altas irrigado por aspersão em sistema plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no município de Selvíria - MS, Brasil, na Fazenda Experimental

* Trabalho desenvolvido com o apoio financeiro da FAPESP e do CNPq

¹ Docentes do Curso de Agronomia da UNESP Ilha Campus de Ilha Solteira – SP E-mail: arf@agr.feis.unesp.br

² Pós - Graduandos do Curso de Agronomia da UNESP – Ilha Solteira, Av. Brasil, 56 (Centro), Ilha Solteira – SP.

³ Graduando do Curso de Agronomia da UNESP – Ilha Solteira, Av. Brasil, 56 (Centro), Ilha Solteira – SP

da UNESP- Ilha Solteira, situada aproximadamente a 51° 22' W e 20° 22' S, com altitude de 335 metros. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho distrófico álico típico argiloso (SANTOS et al., 2013). A precipitação média anual é de 1.370 mm, temperatura média anual é de 23,5°C e a umidade relativa do ar entre 70 e 80% (média anual).

O experimento envolvendo consórcio de milho com leguminosas e *Urochloa* foi instalado em novembro de 2013, em área anteriormente cultivada com feijão no período de inverno, utilizando delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições e 05 tratamentos assim constituídos: 1-Milho exclusivo; 2-Milho + *Crotalaria spectabilis*; 3-Milho + guandu; 4-Milho + feijão de porco e, 5-Milho + *Urochloa ruziziensis*. A *Crotalaria spectabilis*, guandu, feijão de porco e *Urochloa ruziziensis* foram semeadas nas entrelinhas do milho por ocasião da implantação da cultura em campo. O milho em cultivo exclusivo foi implantado com espaçamento de 0,90 m entrelinhas e cinco plantas por metro. A *Crotalaria spectabilis*, guandu, feijão de porco e *Urochloa ruziziensis* em consórcio com o milho foram semeadas em sulcos abertos nas entrelinhas distantes 0,45 m das linhas de milho, utilizando-se 30 sementes viáveis por metro, 15 sementes viáveis por metro, 7 sementes viáveis por metro e 8 kg ha⁻¹ de sementes, respectivamente.

Após a colheita do milho foi cultivado o feijão no período de outono-inverno em toda a área experimental, com colheita realizada no mês de agosto de 2014. No dia 11/11/2014 foi realizada a semeadura do arroz cultivar BRS Esmeralda utilizando-se espaçamento entrelinhas de 0,35 m e 70 kg ha⁻¹ de sementes certificadas e fornecidas pela EMBRAPA Arroz e Feijão. Realizou-se tratamento das sementes com fipronil (50 g do i.a. 100 kg de sementes⁻¹). Após o tratamento das sementes foi realizada inoculação com *Azospirillum brasilense* utilizando-se 100 ml do produto comercial para cada 25 kg de sementes. A adubação nos sulcos de semeadura foi de 200 kg ha⁻¹ da formulação 08-28-16 calculada levando-se em consideração as características químicas do solo e a faixa de produtividade esperada.

O delineamento experimental para o arroz foi o de blocos ao acaso disposto em esquema fatorial 5x4 e os tratamentos constituídos pela combinação do efeito residual dos restos culturais de Milho exclusivo; Milho + *Crotalaria spectabilis*; Milho + guandu; Milho + feijão de porco; Milho + *Urochloa ruziziensis* cultivados no ano anterior, no desenvolvimento do arroz de terras altas com doses de nitrogênio em cobertura (zero, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹). Cada parcela foi constituída de 10 linhas de 7,5 m de comprimento espaçadas 0,35 m entre as fileiras. A área útil foi constituída pelas 8 linhas centrais de cada parcela, sendo desprezados em cada linha 0,50 m em suas extremidades.

O fornecimento de água foi realizado por sistema fixo de irrigação por aspersão. No manejo de água foram utilizados até três coeficientes de cultura (Kc), distribuídos em quatro períodos compreendidos entre a emergência e a colheita. Para a fase vegetativa foi utilizado o valor de 0,40; para a fase reprodutiva dois coeficientes de cultura (Kc), o inicial de 0,70 e o final de 1,00 e para a fase de maturação estes valores foram invertidos, ou seja, o inicial de 1,00 e o final de 0,70.

O controle de plantas daninhas foi realizado com a utilização de herbicidas. Como na área de cultivo tem ocorrido com frequência capim colchão, capim carrapicho e outras foi aplicado logo após a semeadura o herbicida pendimethalin (1.400 g ha⁻¹). Aos 11 dias após a emergência das plantas foi utilizado o herbicida metsulfuron metil (2 g ha⁻¹) visando o controle de plantas daninhas de folhas largas. As demais plantas daninhas não controladas pelos herbicidas foram eliminadas manualmente com auxílio de enxada.

A adubação em cobertura com as doses de N mineral foi realizada aos 25 dias após a emergência das plantas, utilizando a ureia como fonte. Na sequência, a área foi irrigada com lâmina de água de aproximadamente 15 mm para evitar perdas de N por volatilização.

Foram realizadas as seguintes avaliações: altura de plantas, teor de nitrogênio foliar (folha "bandeira"), número de panículas m⁻², número de grãos cheios por panícula, massa de 100 grãos e produtividade de grãos. Os valores de massa de grãos e de produtividade de grãos foram corrigidos para umidade de 13% (base úmida).

Os dados foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, ao teste de Tukey

a 5% de probabilidade e análise de regressão no caso das doses de nitrogênio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência ocorreu no dia 16/11/2014, aos 5 dias após a semeadura de modo uniforme em todos os tratamentos. O florescimento ocorreu em 26/01/2015 (71 dias após a emergência) e a colheita em 24/02/2015, aos 99 DAE.

Para a altura de plantas, verifica-se que houve efeito significativo para as doses de nitrogênio utilizadas em cobertura e os dados se ajustaram a função linear crescente, atingindo 115,5 cm na maior dose de nitrogênio utilizada. Já para as coberturas vegetais utilizadas no ano anterior não houve efeito na altura das plantas de arroz do cultivar BRS Esmeralda. Vale ressaltar que não foi registrado problemas com acamamento de plantas na área de cultivo, mesmo nas maiores doses de nitrogênio utilizadas (Tabela 1).

Para o teor de N foliar e número de panículas m^{-2} houve apenas efeito para aplicação de nitrogênio em cobertura onde os dados também se ajustaram à equações lineares crescentes. Vale ressaltar que mesmo no tratamento sem aplicação de N em cobertura o teor foliar estava dentro da faixa considerada como adequada por Cantarella e Furlani (2006) que é de 27-35 g kg^{-1} .

Tabela 1. Valores médios obtidos em arroz de terras altas envolvendo coberturas vegetais e adubação nitrogenada em cobertura em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2014/15.

Tratamentos	Altura plantas (cm)	N foliar (g kg^{-1})	Panículas m^{-2}	Grãos cheios panícula ⁻¹	Massa 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha^{-1})
<i>Coberturas vegetais</i>						
Milho	109,5	37,2	300	114,0 b	2,48	5.319
Milho+Crotalaria	107,9	16,7	295	117,3ab	2,45	5.243
Milho+Guandu	107,7	37,1	297	127,3a	2,44	5.021
Milho+F. porco	110,0	37,4	306	116,8ab	2,44	5.101
Milho+Urochloa	108,7	36,7	291	113,4 b	2,45	4.966
<i>Doses de N (kg ha^{-1})</i>						
0	98,6 ¹	35,9 ²	287 ³	124,8 ⁴	2,53 ⁵	5.138 ⁶
40	107,5	36,8	281	116,8	2,51	5.318
80	113,4	37,8	310	117,5	2,41	5.218
120	115,5	37,5	315	112,0	2,36	4.846
Cob. veg.	1,21ns	0,96ns	0,44ns	2,34*	0,16ns	0,95ns
F Nitrog.	89,35**	8,07**	5,00**	2,70*	5,60**	0,23*
C.v. x N	0,58ns	0,73ns	1,39ns	1,02ns	0,82ns	0,77ns
CV (%)	3,29	3,64	11,17	12,37	6,30	11,86

Médias seguidas de mesma letra, para cultivares, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

¹ $y = 100,2568 + 0,1417x$ ($R^2 = 0,93$)

⁴ $y = 123,476 - 0,095x$ ($R^2 = 0,85$)

² $y = 36,134 + 0,0147x$ ($R^2 = 0,79$)

⁵ $y = 2,5444 - 0,0015x$ ($R^2 = 0,93$)

³ $y = 281,225 + 0,2813x$ ($R^2 = 0,74$)

⁶ $y = 5.138,0357 + 7,9316x - 0,0864x^2$ ($R^2 = 0,99$)

Para os resultados obtidos na avaliação do número de grãos cheios panícula⁻¹, houve efeito das coberturas vegetais cultivadas anteriormente na área com destaque para o Milho+Guandu que diferiu do tratamento com Milho Solteiro e Milho+*Urochloa ruziziensis* entretanto não diferindo dos tratamentos Milho + *Crotalaria spectabilis* e Milho+Feijão de Porco. Para a aplicação de N em cobertura, o número de grãos cheios por panícula ajustou-se a equação linear negativa, apresentando decréscimo de 10,2% com a dose de 120 kg ha^{-1} , em relação a dose zero. Cazetta et al. (2008) também observaram decréscimo de 9,4% no número de grãos cheios por panícula, em função do aumento da dose de N.

A adubação nitrogenada em cobertura também proporcionou redução na massa de 100

grãos, os dados se ajustaram a função linear. Nascimento et al. (2013) observaram diminuição na massa de 100 grãos, com o acréscimo de N aplicado em cobertura.

Para a produtividade de grãos, os dados ajustaram-se a função quadrática, com ponto de máxima produtividade estimada com 45,9 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura. Nascimento et al. (2013) verificaram máxima produtividade de grãos, com a dose 69 kg ha⁻¹ de N.

CONCLUSÃO

- O cultivo anterior de milho ou milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* ou leguminosas (*Crotalaria spectabilis*, guandu e feijão de porco) não interferiu na produtividade de grãos de arroz de terras altas;

- A aplicação de nitrogênio mineral em cobertura alterou a produtividade de grãos do cultivar BRS Esmeralda em cultivo irrigado por aspersão com a dose máxima estimada de 45,9 kg ha⁻¹.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP e ao CNPq pelo financiamento da Pesquisa e à EMBRAPA Arroz e Feijão pelo fornecimento das sementes utilizadas no experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORDIN, L. et al. Sucessão de cultivo de feijão-arroz com doses de adubação nitrogenada após adubação verde, em semeadura direta. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 62, n. 3, p. 417-428, out. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v62n3/v62n3a08.pdf>>. Acesso em: 30 mai. 2015.

BORGHİ, E.; COSTA, A. M.; CRUSCIOL, C. A. C.; FERNANDES, D. M. Mecanismos de distribuição do fertilizante e adubação nitrogenada em cobertura no arroz de terras altas em plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 2., 2006. Brasília - DF. REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ – RENAPA, 8. Anais..., 2006. Brasília – Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. (CD ROM, ISSN 1678-9644).

CANTARELLA, H.; FURLANI, P.R. Arroz de sequeiro. In: RAIJ, B. van, CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, Campinas, SP: Ed. Instituto Agrônômico & Fundação IAC, 1996. p. 45-70.

CAZETTA, D. A. et al. Desempenho do arroz de terras altas com a aplicação de doses de nitrogênio e em sucessão às culturas de cobertura do solo em sistema de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 67, n. 2, p. 471-479, out. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v67n2/a23v67n2.pdf>>. Acesso em: 26 mai. 2015.

NASCIMENTO, V. et al. Mecanismos de abertura do sulco e da adubação nitrogenada em arroz de terras altas. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 60, n. 6, p. 802-810, nov/dez. 2013. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=305229913008>>. Acesso em: 30 mai. 2015.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P.K.T.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

SELEÇÃO DE LINHAGENS E CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO QUANTO A TOLERÂNCIA À TOXIDEX POR FERRO

Fabiana Schmidt¹; Ronaldir Knoblauch²; Moacir Schiocchet²; Rubens Marschalek²

Palavras-chave: toxidez indireta, excesso de ferro, melhoramento genético.

INTRODUÇÃO

O ferro é um nutriente essencial ao desenvolvimento das plantas, porém quando a sua disponibilidade no solo é muito alta pode causar toxidez. Em solos alagados, as condições anaeróbicas levam à solubilização e redução do Fe^{3+} e sua estabilização como Fe^{2+} , que é facilmente absorvido pelas plantas. A deposição de óxidos de ferro na superfície das raízes também pode impedir a absorção de outros nutrientes (LOPES et al., 2005). A toxidez por ferro é uma das limitações ao alto rendimento no arroz irrigado, tanto por efeito direto do ferro no interior da planta quanto pelo efeito indireto sobre a absorção de nutrientes essenciais.

A toxidez direta ocorre quando compostos de ferro que estão na solução do solo são absorvidos em excesso pelas plantas. A toxidez direta é, portanto, um excesso de absorção de ferro solúvel (Fe^{2+}) e se manifesta através da formação de numerosas pontuações minúsculas nas folhas mais velhas, conferindo-lhes coloração marrom ou arroxeadas. Esta forma de toxidez é menos frequente em arroz irrigado e parece afetar muito pouco a produtividade.

A toxidez indireta é causada pelo acúmulo de ferro pouco solúvel sobre as raízes das plantas de arroz. O íon férrico (Fe^{3+}) precipitado sobre as raízes forma uma capa de cor alaranjada, bloqueando a absorção de outros elementos pela planta como cálcio, magnésio, fósforo, potássio, nitrogênio e zinco. Os sintomas são identificados pela descoloração das folhas mais velhas, que se mostram amarelas ou alaranjadas. A toxidez indireta é comumente conhecida como “alaranjamento”. Conforme a sua intensidade, essa forma de toxidez pode causar prejuízos elevados à produção de grãos.

Diversos mecanismos têm sido propostos para explicar a toxidez por ferro em arroz irrigado, bem como diferentes métodos têm sido recomendados para controlar este distúrbio nutricional. Dentre as alternativas tecnológicas apresentadas, a forma mais eficiente para combater a toxidez por ferro é a utilização de cultivares tolerantes nas lavouras com histórico de ocorrência do problema (MAGALHÃES Jr. et al., 2005). O programa de melhoramento de arroz da Epagri utiliza a avaliação da tolerância à toxidez por ferro, para selecionar linhagens e cultivares. Inúmeros genótipos têm sido identificados com características de tolerância ao ferro.

A seleção de linhagens tolerantes à toxidez por ferro pode ser realizada sob condições de campo ou de casa de vegetação, em solos com histórico de ocorrência de toxidez. O melhoramento genético de arroz irrigado visando tolerância à toxidez por ferro inicia-se pela identificação de fontes de resistência no germoplasma local ou introduzido, seguida de cruzamento e seleção de progênies em locais com alta incidência do problema. A prospecção de fontes de resistência à toxidez por ferro é uma etapa necessária ao programa de melhoramento de arroz irrigado.

O objetivo deste estudo foi avaliar a tolerância dos genótipos do programa de melhoramento de arroz irrigado da Epagri à toxidez indireta por ferro.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos a campo, em área com histórico de toxidez por ferro localizada na Estação Experimental da Epagri de Itajaí, nos anos agrícolas 2011/12,

¹ Eng. Agrônoma, Dr^a, Epagri - Estação Experimental de Itajaí. Rodovia Antonio Heil, 6800 – Bairro Itaipava, Itajaí/SC, e mail: fabianaschmidt@epagri.sc.gov.br

² Eng. Agrônomo, Dr., Epagri – Estação Experimental de Itajaí

2012/13, 2013/14 e 2014/15. O solo utilizado é classificado como um Cambissolo Háplico distrófico com as seguintes características químicas: pH em H₂O = 4,9; M.O = 1,3%; P = 8,0 mg dm⁻³; K = 75 mg dm⁻³; Ca = 1,7 cmol_c dm⁻³; Mg = 1,4 cmol_c dm⁻³; Mn = 37,0 mg dm⁻³ e Fe = 275 mg dm⁻³.

Para a execução do experimento foram utilizadas as linhagens promissoras de F4, F5, F6 e ensaios regionais, cultivares da Epagri e duas cultivares testemunhas, uma resistente (Epagri 107) e uma suscetível (BR Irga 409) à toxidez por ferro. Os genótipos foram semeados manualmente em solo seco, em parcelas com duas linhas de 1,0 m de comprimento de cada genótipo, espaçadas 0,3 m entre si e na densidade de 4 g de sementes m⁻¹. Perpendicularmente a estas linhas, foram semeadas as duas cultivares testemunhas. Após o estabelecimento das plântulas, cerca de 20 dias após a semeadura a área foi alagada e mantida assim durante todo o período de avaliação, com o objetivo de assegurar condições de redução do solo. A adubação foi realizada 2 dias após ao alagamento com a aplicação de 40 kg ha⁻¹ de N, 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 100 kg ha⁻¹ de K₂O e 40 dias após ao alagamento foi aplicado 45 kg ha⁻¹ de N.

Após 30 dias da irrigação permanente, e consequente redução dos compostos oxidados do solo, os tratamentos suscetíveis já apresentavam sintomas de toxidez indireta por ferro nas folhas. Os sintomas de toxidez indireta por ferro, ou seja, a descoloração das folhas por alaranjamento ou amarelecimento, foram avaliados aos 60 dias após o alagamento do solo quando as plantas estavam próximas ao estágio de diferenciação da panícula (estádio R0). Nesta fase os sintomas se intensificaram demonstrando quais os genótipos eram mais suscetíveis.

A escala de avaliação dos sintomas variou de 0 à 9, sendo considerado de 0 à 3 - tolerante; de 4 à 5 - médio-tolerante; de 6 à 7 - médio-suscetível e de 8 à 9 - suscetível. Foi realizada a contagem do número de genótipos tolerantes, médio- tolerantes, médio-suscetíveis e suscetíveis. Estes dados foram analisados em frequência relativa e apresentados em tabela de frequência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da tolerância à toxidez por ferro para os genótipos avaliados, nas 4 safras, foram satisfatórios no processo de avaliação do germoplasma do Programa de Melhoramento da Epagri. As cultivares da Epagri atualmente em cultivo, nos 4 anos avaliados mostraram-se 100% tolerantes ou médio-tolerantes à toxidez indireta por ferro (Tabela 1).

A partir da safra 2012/13, os genótipos avaliados em ensaios regionais também se mostraram 100% tolerantes ou médio-tolerantes à toxidez indireta por ferro. Dentre os genótipos das gerações F4, F5 e F6, também ocorreu o predomínio de materiais tolerantes e médio-tolerantes à toxidez por ferro (Tabela 1).

A capacidade de transportar oxigênio da parte aérea até às raízes, via aerênquima, e promover a oxidação da rizosfera, que ocasiona a precipitação de ferro sobre as raízes do arroz, tem sido considerada como um mecanismo de exclusão de ferro pelas plantas (GAVA & BOHNEN, 2002). Tal propriedade tem sido usada para explicar a ocorrência ou não da toxidez de Fe em plantas de arroz, sendo aceito que, quanto menor for o poder de exclusão do Fe²⁺, maior será o risco da toxidez pelo elemento. Este mecanismo foi descrito por Yoshida (1981) como a fração do Fe²⁺ que atinge as raízes via fluxo de massa e, por permanecer oxidada na rizosfera, não é absorvida.

Entretanto, em condições de solo com alto teor de ferro na solução, a precipitação de ferro nas raízes não pode ser encarada como um mecanismo utilizado pelas plantas para exclusão de Fe, e sim como um agravante à ocorrência de distúrbios nutricionais, pois limita a absorção de outros nutrientes, ocasionando o aparecimento de sintomas de toxidez indireta.

Os resultados obtidos demonstram a importância das avaliações de tolerância varietal e das seleções realizadas em anos anteriores no mesmo local. A utilização da avaliação

de tolerância varietal se mostrou um método eficiente na seleção de linhagens tolerantes à toxidez por ferro e tem permitido ao melhoramento genético obter cultivares de elevado potencial genético e produtivo.

Tabela 1- Avaliação da toxidez por ferro em diferentes grupos de genótipos do Programa de Melhoramento Genético de Arroz Irrigado da Epagri.

de Memoramento Genético de Arroz Injugo da Epagri.					
Grupo de genótipos	Nº de genótipos	Escala de avaliação			
		Tolerante (%)	Médio tolerante (%)	Médio suscetível (%)	Suscetível (%)
Safra 2011/2012					
Geração F4	144	72,2	27,1	0,7	0
Geração F5	125	48,0	49,6	2,4	0
Geração F6	22	45,5	50,0	4,5	0
Ensaio regional	19	21,0	47,4	31,6	0
Cultivares Epagri	5	100	0	0	0
Total	315	58,1	38,4	3,5	0
Safra 2012/2013					
Geração F4	114	57,0	40,0	3,0	0
Geração F5	83	34,0	47,0	14,0	5,0
Geração F6	31	16,0	71,0	3,0	10,0
Ensaio regional	18	33,0	67,0	0	0
Cultivares Epagri	6	66,7	33,3	0	0
Total	252	42,8	48,0	6,3	2,9
Safra 2013/2014					
Geração F4	163	79,7	17,2	3,1	0
Geração F5	72	69,4	29,2	1,4	0
Geração F6	40	60,0	30	10	0
Ensaio regional	18	100	0	0	0
Cultivares Epagri	11	90,9	9,1	0	0
Total	304	76,3	20,4	3,3	0
Safra 2014/2015					
Geração F4	92	43,5	55,4	1,1	0
Geração F5	95	63,2	34,7	2,1	0
Geração F6	59	55,9	40,7	3,4	0
Ensaio regional	28	50,0	50	0	0
Cultivares Epagri	12	33,3	66,7	0	0
Total	286	52,8	45,4	1,8	0

As hipóteses sugeridas para o bom desempenho dos genótipos da Epagri podem estar relacionadas, a capacidade destes em emitir novas raízes ao longo do ciclo de crescimento, as quais conseguem absorver os nutrientes essenciais ao seu desenvolvimento, possibilitando sua permanência no campo apesar da condição de estresse existente ou a alguma capacidade oxidativa diferenciada de suas raízes.

CONCLUSÃO

A grande maioria dos genótipos de arroz irrigado avaliados se mostraram tolerantes e médio-tolerantes à toxidez por ferro.

O método de avaliação utilizado nos experimentos se mostrou eficiente, visto que as cultivares lançadas pela Epagri estão todas enquadradas como tolerantes e médio-tolerantes à toxidez por ferro

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fapesc (Processo 6946/2011-9) e CNPq (Processo 562451/2010-2) pelo apoio financeiro para o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GAVA, G.; BOHNEN, H. Oxidação de ferro em raízes de dois cultivares de arroz em solução de solo inundado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.325-332, 2002.

LOPES, S.I.G.; LOPES, M.C.B.; CARMONA, P.S.; ROSSO, A.F.; CRUZ, R.P. Melhoramento de arroz irrigado para tolerância ao excesso de ferro no solo. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO; Reunião da cultura do arroz irrigado, 26, 2005, Santa Maria, **Anais...** 2005. Santa Maria: UFSM, 2005. p.189-191.

MAGALHÃES JR, A.M.; FAGUNDES, P.R.R.; GOMES, A.S.; PETRINI, J.A.; FRANCO, D.F.; SEVERO, A.; SOARES, R.C.; BENDER, R. Seleção de linhagens de arroz irrigado do programa de melhoramento da EMBRAPA à toxicidade por ferro. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO; Reunião da cultura do arroz irrigado, 26, 2005, Santa Maria, **Anais...** 2005. Santa Maria: UFSM, 2005. p.204-206.

YOSHIDA, S. Fundamentals of rice crop science. **Los Baños: IRRI**, 1981. 269p.

SILICATO DE CÁLCIO E DE MAGNÉSIO EM ARROZ IRRIGADO EM SISTEMA DE CULTIVO MÍNIMO

Vanderson Modolon Duarte¹; Tiago Selau Bauer², Adriana Modolon Duarte³,
Fernando José Garbuio⁴, Marcelo Turati Tramontim⁵

Palavras-Chave: acidez do solo, silício, doenças.

INTRODUÇÃO

Santa Catarina é o segundo maior estado produtor de arroz no Brasil (CONAB, 2015), cultivando aproximadamente 150.000 ha. Mesmo com o predomínio do cultivo de arroz no sistema pré-germinado, muitos produtores catarinenses estão migrando para o sistema de cultivo mínimo ou semeadura direta, devido a algumas características e vantagens que este sistema proporciona. Em contrapartida, perde-se o efeito natural da água na correção do pH do solo. Neste sentido, o sistema de semeadura em solo seco, requer a correção do pH do solo, sendo o calcário (CaCO_3 e MgCO_3) o produto mais utilizado em nossa região. Outras fontes corretivas podem ser utilizadas, destacando-se o uso do silicato de cálcio e de magnésio (CaSiO_3 , MgSiO_3), o qual libera Ca e Mg em solução, além do ânion (SiO_3^{2-}) (NOLLA, 2004).

As áreas cultivadas com arroz irrigado no sul catarinense são suscetíveis ao ataque de intenso de doenças, devido às condições climáticas favoráveis, como temperatura elevada e alta umidade relativa do ar. Neste sentido, algumas práticas de manejo têm sido adotadas para prevenção e controle de doenças, sendo o uso de defensivos agrícolas a mais comum entre produtores de arroz em Santa Catarina.

O equilíbrio nutricional é de fundamental importância para que a planta se desenvolva e possa realizar adequadamente seus processos metabólicos e fisiológicos tornando-se menos vulnerável as condições adversas. A utilização de silício (Si) pode melhorar o equilíbrio nutricional e incrementar o rendimento de grãos por meio da redução da ocorrência de doenças. O Si é depositado na epiderme das folhas como uma fina camada de sílica amorfa ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), dificultando a instalação de fungos que penetram pela epiderme, assim, podendo diminuir o uso de fungicidas (MARCHEZAN et al., 2004).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do silicato de cálcio (CaSiO_3) e de magnésio (MgSiO_3) nos atributos químicos do solo, severidade de doenças e na produtividade de grãos de arroz, com e sem aplicação de fungicidas, em sistema de cultivo mínimo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi implantado na área experimental de arroz irrigado do Instituto Federal Catarinense - Câmpus Santa Rosa do Sul, Santa Catarina, no período referente à safra 2013/2014. O solo foi caracterizado como um Cambissolo Háplico, textura franco argilo arenosa. O clima da região, segundo a caracterização de Koppen (1979) é do tipo Cfa, subtropical úmido. A temperatura média é de 19,2°C, com precipitação média anual de 1.600 mm e umidade relativa média em torno de 80%. A análise de solo antes da instalação do experimento mostrou os seguintes resultados: pH (em CaCl_2) 3,9, H+Al 7,2 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$; Al 1,5 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$; K 0,1 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$; Ca 0,9 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$; Mg 0,6 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$; P 7 mg dm^{-3} ; M.O. 3,3%, V 17,4% e argila 293 g kg^{-1} (EMBRAPA, 1999).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas com três repetições. Na parcela principal foram aplicados os tratamentos com

¹ Acadêmico no curso de Engenharia Agrônômica, Instituto Federal Catarinense - Câmpus Santa Rosa do Sul, yanderson_duarte@hotmail.com

² Acadêmico no curso de Engenharia Agrônômica, Instituto Federal - Câmpus Santa Rosa do Sul.

³ Acadêmica no curso de Engenharia Agrônômica, Instituto Federal - Câmpus Santa Rosa do Sul.

⁴ Professor, Doutor em Agronomia, Instituto Federal Catarinense - Câmpus Santa Rosa do Sul.

⁵ Técnico em Agropecuária, Instituto Federal Catarinense - Câmpus Santa Rosa do Sul.

silicato de cálcio e de magnésio: 0, 0,5, 2, 4 e 6 t ha⁻¹. Nas subparcelas foram adicionados dois tratamentos com fungicida: testemunha (sem aplicação) e duas aplicações (a primeira, no início do emborrachamento (R2) e a segunda aplicação 15 dias após a primeira). A aplicação foi realizada com auxílio de pulverizador manual com sistema de barra contendo quatro bicos, sendo estes do tipo cônico, com volume de calda de 200 L ha⁻¹. Os produtos utilizados em ambas as aplicações foram em mistura, Bim (Tricyclazole 750 g kg⁻¹) + Brio (Epoxiconazole 125 g L⁻¹ + Flutriafol 100 g L⁻¹), nas doses de 300 g ha⁻¹ e 750 ml ha⁻¹, respectivamente.

O manejo do solo para incorporação dos restos culturais do cultivo anterior e consequente preparação para o próximo cultivo, foi realizado de forma mecânica, com grade aradora e posterior nivelamento com grade. No dia 31/07/2013 foram aplicados os tratamentos de silicato de cálcio e de magnésio em pó com a seguinte composição: CaO 39,4%, MgO 9,9%, SiO₂ 22,4% (Agrosilício ®). O produto foi distribuído manualmente, a lanço, de forma homogênea na superfície sem incorporação.

A semeadura foi realizada no dia 01/11/2013, com semeadora de plantio direto. A distribuição das sementes foi em linhas espaçadas 0,17 m uma da outra e densidade de semeadura de 45 kg ha⁻¹. A variedade utilizada foi o híbrido Inov CL de ciclo precoce (120 dias). Na adubação de base utilizou-se 350 kg ha⁻¹ da fórmula comercial 8-18-28. O controle de plantas daninhas e pragas foram realizados de acordo com o aparecimento e recomendações regionais.

As avaliações foram: análise de solo na camada de 0-0,20 m realizada nove meses após a aplicação do silicato. Severidade de doença pela contagem de lesões nas folhas bandeiras. O rendimento de grãos de arroz foi estimado por meio da colheita em área útil de 12 m² em cada subparcela. A colheita foi iniciada quando os grãos apresentaram em torno de 21% de umidade, sendo trilhados, pesados e a massa convertida para 13% de umidade. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão polinomial, com o uso programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de silicato de cálcio e de magnésio foi eficiente em melhorar as características químicas do solo nove meses após a aplicação, aumentando os valores de pH, o teor de Ca trocável e a saturação por bases, além de reduzir os teores trocáveis de H + Al e Al (Tabela 1). O fósforo (P) disponível não foi influenciado pelos tratamentos, contrariando resultados obtidos por Prado et al. (2001), em que constataram que a adubação silicatada aumentou a concentração de P no solo ao deslocar o P fixado nos óxidos de Fe e Al, por meio da saturação dos sítios de absorção de P.

Tabela 1. Atributos químicos do solo em função da aplicação de silicato de cálcio e de magnésio em área cultivada com arroz irrigado.

Tratamentos	pH ¹	H + Al	Al	Ca	Mg	K	P	M.O.	V
Silicato Ca e Mg, t ha ⁻¹		----- cmol _c dm ⁻³ -----					mg dm ⁻³	%	%
0	4,6	9,3	1,2	2,9	1,5	0,2	13,7	3,7	33,3
0,5	4,5	10,2	0,9	3,0	1,4	0,2	12,5	3,5	31,2
2	4,6	8,0	0,8	3,4	1,8	0,2	15,6	3,6	40,2
4	4,8	8,5	0,6	4,0	2,0	0,2	12,5	4,9	42,2
6	4,9	7,0	0,4	4,5	1,9	0,2	13,7	4,7	49,1
Efeito	L **	L *	L **	L **	ns	ns	ns	ns	L *
C.V. (%)	1,9	19,6	17,1	9,6	44,7	22,2	9,3	32,3	16,1

** : significativo (p < 0,01); * : significativo (p < 0,05); ns: não significativo; L: regressão linear.

¹: pH em CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹.

Os silicatos possuem comportamento similar aos carbonatos de cálcio e magnésio no solo, promovendo: aumento do pH, precipitação do Al e Mn tóxicos, aumento dos teores de cálcio e magnésio trocáveis e da saturação de bases (EPSTEIN, 1999; SAVANT et al., 1999). Observar-se que o comportamento do silicato de cálcio e de magnésio aplicado em área alagada foi semelhante ao relatado na literatura para solos de terras altas, áreas bem drenadas (EPSTEIN, 1999; SAVANT et al., 1999, PRADO e FERNANDES, 2000). Esta correção dos atributos químicos relacionados à acidez do solo é importante principalmente no período em que antecede a entrada da água, aproximadamente 30 dias após a emergência do arroz.

Em relação à avaliação da severidade de doenças, o número de lesões de mancha parda reduziu de forma significativa com o aumento nas doses de silicato de cálcio e de magnésio, e também com a aplicação de fungicida (Figura 1). Não houve interação significativa entre os tratamentos para esta avaliação. A safra em que o experimento foi avaliado (2013/2014) foi um período atípico para doenças. Mesmo no tratamento sem aplicação de fungicida não foram observados sintomas de Brusone, apenas Mancha Parda e em baixa incidência.

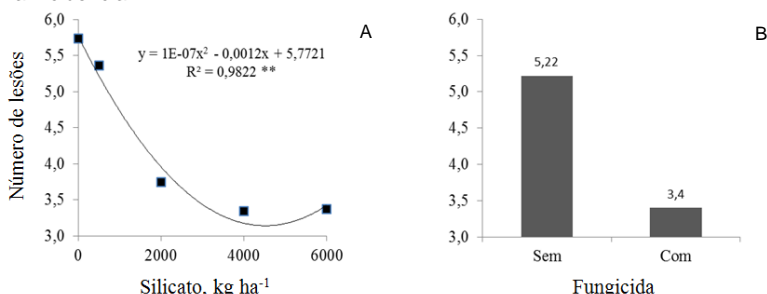


Figura 1. Severidade de Mancha Parda em função da aplicação de silicato de cálcio e de magnésio (A) e fungicida (B). **: significativo ($p < 0,01$).

A redução na severidade de Mancha Parda pode estar relacionada à disponibilidade de silício às plantas pela aplicação de silicato, já que pode conferir maior resistência a doenças, bem como aumentar a eficiência da adubação NPK e propiciar melhor condição edafoclimática e biológica as plantas (LIMA FILHO, 2009). No entanto, no presente estudo constatou-se que baixas doses de silicato não são suficientes para conferir as características citadas, sendo que a dose de 0,5 t ha⁻¹ pouco diferiu da testemunha.

A aplicação de silicato de cálcio e de magnésio influenciou significativamente na produtividade de arroz, aumentando de forma quadrática (Figura 2). A dose calculada para atingir a máxima eficiência técnica foi de 3,8 t ha⁻¹. O aumento da produtividade de arroz pode estar relacionada ao aumento da disponibilidade de Ca e Mg trocáveis do solo, a redução do teor de Al tóxico e a redução da severidade de Mancha Parda.

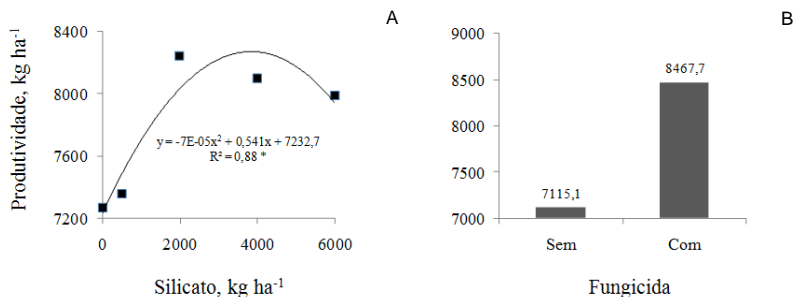


Figura 2. Produtividade de arroz em função da aplicação de silicato de cálcio e de magnésio (A) e de fungicida (B). *: significativo ($p < 0,05$).

A aplicação de fungicida proporcionou aumento de produtividade na ordem de 19 % produzindo 7.115,1 kg ha⁻¹ sem aplicação de fungicida e 8.467,7 kg ha⁻¹ com aplicação de fungicida, independentemente dos tratamentos com silicatos (Figura 2). Segundo Scheuermann e Eberhardt (2011), a eficácia no controle químico das principais doenças da cultura do arroz irrigado é maior com duas aplicações de fungicidas, realizadas nos estádios de emborrachamento e em pleno florescimento.

CONCLUSÃO

A aplicação de silicato de cálcio e de magnésio foi eficiente em melhorar os atributos químicos relacionados à acidez do solo. O uso de silicato de cálcio e de magnésio pode ser uma alternativa para correção do solo no cultivo de arroz irrigado.

A dose de silicato que apresentou melhor desempenho na produtividade de arroz foi de 3,8 t ha⁻¹, proporcionando aumento na ordem de 14%. Tanto o uso de silicato quanto a aplicação de fungicida foram eficientes em reduzir a severidade de mancha parda. O uso de fungicida aumentou a produtividade de arroz irrigado na ordem de 19%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries históricas**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2> acesso em: 01 jun. 2015.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Solos/Embrapa Informática Agropecuária/Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.
- EPSTEIN, E. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, **Palo Alto**, v. 50, p. 641 – 664, 1999.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- LIMA FILHO, O. F. História e uso do silicato de sódio na agricultura. Dourados: **Embrapa Agropecuária Oeste**, 2009. 112 p.
- MARCHEZAN, E.; VILLA, S. C. C.; MARZARI, V.; KORNDORFER, G. H.; SANTOS, M. D. Aplicação de silício em arroz irrigado: efeito nos componentes da produção. **Bioscience Journal** (UFU), Uberlândia, v. 20, n.3, p. 125-131, 2004.
- NOLLA, A. Correção da acidez do solo com silicatos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE SILÍCIO NA AGRICULTURA. 3., Uberlândia, 2004. **Palestras**. Uberlândia, GPSi/ICIA/UFU, 2004.
- PRADO, R.M.; FERNANDES, F.M. Escória de siderurgia e calcário na correção da acidez do solo cultivado com cana-de-açúcar em vaso. **Scientia Agricola**, v.57,n.4,p.739-744, 2000.
- PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; NATALE, W. Uso agrícola da escória de siderurgia no Brasil: estudos na cultura da cana-de-açúcar. Jaboticabal: **FUNEP**, 67 p. 2001.
- SAVANT, N. K.; KORNDORFER, G. H.; DATNOFF, L. E. et al. Silicon nutrition and sugarcane production: a review. **Journal of Plant Nutrition**, **New York**, v. 22, n. 12, p. 1853-1903, 1999.
- SCHEUERMANN, K. K. ; EBERHARDT, D. S. Avaliação de fungicidas para controle da brusone de panícula na cultura do arroz irrigado. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 10, p. 23-28, 2011.

SISTEMAS DE IMPLANTAÇÃO E IRRIGAÇÃO AFETAM O RENDIMENTO DE SOJA EM ROTAÇÃO COM O ARROZ IRRIGADO

Gerson Meneghetti Sarzi Sartori¹; Enio Marchesan²; Ricardo De David⁴; Reimar Carlesso³; Mirta Teresinha Petry³; João Alberto Pedroso Farenzena⁴

Palavras chave: compactação do solo, nodulação, mecanismos da semeadora.

INTRODUÇÃO

No estado do Rio Grande do Sul, a soja é uma das principais culturas de expressão econômica. Atualmente, o uso de áreas de arroz irrigado vêm sendo intensificadas com o cultivo dessa leguminosa, principalmente em razão da infestação de parte destas áreas por plantas de difícil controle, como o arroz-vermelho. Nesse sentido, o cultivo da soja em rotação com o arroz irrigado é uma alternativa eficiente, pois pode minimizar a incidência de plantas daninhas e permitir o uso de herbicidas alternativos (CHRISTOFFOLETI, 1994), além de proporcionar benefícios relacionados à fixação de nitrogênio, e quebra do ciclo de insetos-praga e doenças (THOMAS et al., 2000). No entanto, devido principalmente a presença de uma camada compactada próxima à superfície do solo, o desempenho agrônomo dessa cultura pode ser prejudicado. Em anos de déficit hídrico, essa camada compactada pode limitar o crescimento radicular em profundidade e consequentemente afetar a absorção de água e de nutrientes. Somado a isso, essa camada compactada do solo reduz a infiltração de água, contribuindo para ocorrência de alagamentos em anos de El Niño, o qual interfere no conteúdo de oxigênio, e consequentemente na nodulação, podendo comprometer o rendimento de grãos de soja.

A escolha de um sistema adequado de implantação da cultura pode proporcionar o sucesso ou não da soja em rotação com o arroz irrigado. Em função disso, torna-se importante o estudo de sistemas de implantação, necessitando o conhecimento da escarificação do solo, da semeadura em microcamalhão e de sistemas utilizando haste sulcadora ou outro mecanismo da semeadora como o disco ondulado e o duplo desencontrado no desempenho dessa cultura. Além disso, a água é um dos principais fatores do rendimento de grãos de soja (FERNANDES & TURCO, 2003), necessitando também avaliar o efeito da irrigação nessa cultura, visto que parte das áreas de arroz irrigado são sistematizadas, havendo com isso possibilidade de se realizar irrigação por faixas.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado nas safras de 2013/14 e 2014/15 em área de várzea sistematizada pertencente a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul. Para cada safra, o experimento foi realizado em áreas diferentes. O solo em que foi realizado esse experimento em ambas as safras é classificado como Planossolo Háplico Eutrófico arênico pertencente à unidade de mapeamento Vacacaí (EMBRAPA, 2013).

O delineamento experimental foi blocos ao acaso, em esquema fatorial (6x2), em faixas, com quatro repetições. O fator A foi composto por diferentes sistemas de implantação: semeadura com disco duplo desencontrado (A1); semeadura com disco ondulado de 12 ondas (A2); semeadura com haste sulcadora (A3); semeadura com haste sulcadora + mecanismo de acomodação do solo (A4); semeadura em microcamalhão (A5) e escarificação do solo + semeadura com disco duplo desencontrado (A6). O fator D: com irrigação (D1) e sem irrigação (D2). Na safra de 2014/15, alterou-se o fator A4 (semeadura com haste sulcadora + mecanismo de acomodação do solo) por semeadura com haste sulcadora desencontrada 5 cm da linha de semeadura.

A escarificação do solo no experimento foi realizada aos 45 e 19 dias antes da semeadura para a safra de 2013/14 e 2014/15, respectivamente. A profundidade da escarificação foi de 25 cm, sendo o espaçamento entre as hastes do escarificador de 35 cm. A profundidade de trabalho da haste sulcadora, microcamalhão, disco duplo e disco ondulado no solo foram aproximadamente de 18; 12; 10 e 08 cm, respectivamente.

A semeadura dos experimentos foi realizada nos dias 7 e 14 de novembro de 2013 e 2014, respectivamente, utilizando uma semeadora adubadora pantográfica. Em decorrência de uma precipitação pluvial de 245 mm aos dois dias após a semeadura na safra 2013/14, foi realizada a ressemeadura do experimento no dia 26 de novembro de 2013.

A adubação de base na safra de 2013/14 foi de 30 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg ha⁻¹ de K₂O. Em função da ressemeadura utilizou-se mais 10 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), 20 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 20 kg ha⁻¹ de K₂O. Na safra de 2014/15 a adubação de base foi de 13 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), 55 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 87 kg ha⁻¹ de K₂O. Os demais tratamentos culturais foram realizados conforme as recomendações técnicas para cultura (EMBRAPA, 2013).

Na safra de 2013/14 foi realizada uma irrigação por faixas, aplicando-se uma lâmina de irrigação de 55 mm quando a umidade média do solo se encontrava em 58% da capacidade de campo (CC) na profundidade de 0-20 cm, no estágio V4 das plantas. Foram realizadas duas irrigações na safra de 2014/15, sendo uma no estágio R3 de 41 mm e a outra em R5 de 46 mm, segundo escala de FEHR & CAVINESS, 1977. A umidade do solo na camada de 0-20 cm em R3 e R5 estava 60,6% e 54,2% da CC, respectivamente.

Nos estádios V6 e R3, coletou-se um monólito de solo de 40 x 20 cm de largura e profundidade, com as raízes de cinco plantas para avaliar a nodulação. As raízes foram lavadas em água corrente, e levadas para laboratório onde se avaliou o número de nódulos ≥ 2 mm por planta, a viabilidade de nódulos e massa seca dos nódulos. Para a viabilidade dos nódulos, os mesmos foram seccionados ao meio com estilete considerando-se não viável aquele nódulo que não apresentou cor rósea (VIEIRA NETO et al., 2008), sendo os resultados expressos em percentagem. Para obtenção da massa seca dos nódulos, após a avaliação da viabilidade os mesmos foram secos em estufa de circulação forçada de ar em temperatura de 65 °C até peso constante, e posteriormente obtendo-se a massa seca em balança de precisão. A produtividade de grãos foi determinada em área útil de 15 m².

Os valores de precipitação pluvial durante o período de realização do experimento nas duas safras foram obtidos da estação meteorológica automática do 8º DISME/INMET localizado no Departamento de Fitotecnia da UFSM. Os resultados avaliados foram submetidos ao teste das pressuposições do modelo matemático (normalidade e homogeneidade das variâncias dos erros). A análise da variância dos dados do experimento foi realizada através do teste F. As médias dos fatores, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sistemas de implantação e a irrigação influenciaram na nodulação e no rendimento de grãos de soja nas duas safras de estudo. De acordo com os resultados apresentados na Tabela 1, houve maior número de nódulos por planta, e massa seca de nódulos no sistema com

¹ Eng. Agr. M.Sc. Grupo de pesquisa em Arroz Irrigado da Universidade Federal de Santa Maria. Avenida Roraima nº 1000, Bairro Camobi, CEP: 97105-900 email: gersonmss@yahoo.com.br

² Eng. Agr. Dr. Universidade Federal de Santa Maria

³ Eng. Agr. Dr. Universidade Federal de Santa Maria

⁴ Alunos do curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria

escarificação do solo em V6 na safra 2013/14. Na safra de 2014/15, os resultados foram semelhantes, em que a escarificação do solo, seguido da semeadura com haste sulcadora e em microcamalhão proporcionaram maior número e massa seca de nódulos em V6 e R3. As plantas apresentaram menor número e massa seca de nódulos nos sistemas utilizando a semeadura com disco duplo desencontrado e disco ondulado de 12 ondas. Além disso, observou-se maior número de nódulos inviáveis no estágio V6 onde foi realizada a semeadura com disco duplo em área sem escarificação do solo (Tabela 1 e 2). Esses resultados podem ser decorrentes de um menor efeito de rompimento da camada compactada do solo pelo disco ondulado e disco duplo na linha de semeadura em comparação aos demais sistemas testados, visto que a presença de uma camada compactada interfere negativamente a nodulação e a fixação biológica de nitrogênio (SICZEK & LIPIEC, 2011). De acordo com LANZA et al. (2013), um dos efeitos indiretos da presença de uma camada compactada do solo na fixação biológica de nitrogênio ocorre pela redução do conteúdo de oxigênio no solo, o que inviabiliza a respiração das raízes das plantas.

Tabela 1 – Número de nódulos por planta (NNP), massa seca de nódulos por planta (MSNP) e percentual de nódulos inviáveis (NI) nos estádios V6 e R3, em função dos sistemas de implantação e da irrigação. Cultivar BMX Tornado, Santa Maria safras 2013/14 e 2014/15, RS. 2015.

Sistemas de implantação	NNP		MSNP ³ (mg planta ⁻¹)		NI% ³	
	V6 ¹	R3 ¹	V6	R3	V6	R3
Safra 2013/14						
Disco duplo (DD)	35,5 d [*]	88,4 ns	100,6 c			
Disco ondulado	51,9 bc	96,5	150,0 b			
Haste	53,6 bc	86,1	192,4 b			
Haste + MAS	61,8 ab	86,8	179,3 b			
Microcamalhão	42,3 cd	102,9	169,2 b			
Escarificado + DD	71,0 a	99,7	253,0 a			
Irrigação						
Com irrigação	54,7 ns	102,9 ns	193,3 a			
Sem irrigação	50,7	83,6	154,9 b			
Média	52,7	93,2	174,1			
CV (%)	17,8	21,1	24,8			
Safra 2014/15						
Disco duplo (DD)	15,0 c [*]	54,5 c	116,6 b	461,1 c	2,8 a	5,2 ns
Disco ondulado	19,6 bc	52,4 c	122,2 b	522,7 c	0,8 b	3,6
Haste	25,3 b	79,9 bc	222,2 a	642,2bc	0,4 b	4,0
Haste desencontrada ²	25,6 b	74,8 bc	188,9 ab	667,7 bc	0,3 b	4,3
Microcamalhão	22,0 b	88,2 b	175,0 ab	760,0 ab	1,0 ab	2,3
Escarificado + DD	37,7 a	126,4 a	211,1 a	946,7 a	0,2 b	4,1
Média	24,2	79,4	172,7	666,7	0,9	3,9
CV (%)	11,0	15,2	19,2	14,3	88,9	45,2

^{ns} Não significativo em nível $p \leq 0,05$; ^{*} Médias não seguidas da mesma minúscula na coluna diferem entre si pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro. MAS = mecanismo de acomodação do solo; ¹estádio de desenvolvimento das plantas; ²haste desencontrada 5 cm da linha de semeadura; ³ houve interação entre os fatores para MSNP em R3 e NI em V6 e R3 na safra 2013/14.

Além dos sistemas de implantação, a irrigação também interferiu na nodulação, proporcionando maior massa seca de nódulos em V6 e em R3 para a maioria dos sistemas (Tabela 1 e 2, respectivamente). Conforme KING et al. (2014), a fixação biológica de nitrogênio é o processo metabólico mais sensível ao déficit de água em plantas de soja.

Tabela 2 – Massa seca de nódulos por planta (MSNP) no estágio R3 e percentual de nódulos inviáveis (NI) nos estádios V6 e R3, em função dos sistemas de implantação e da irrigação. Cultivar BMX Tornado, Santa Maria safra 2013/14, RS. 2015.

Sistemas de implantação	MSNP (mg planta ⁻¹)		NI (%)	
	CI	SI	CI	SI
	R3 ¹		V6 ¹	R3
Disco duplo (DD)	352,2 NSc	289,0 ab [*]	3,4 Bns	11,9 Aa
Disco ondulado	763,6 Aa	237,2 Bb	1,2 B	3,1 Ab
Haste	591,1 Aab	438,3 Ba	1,7 NS	2,8 b
Haste + MAS	591,1 Aab	296,6 Bab	1,2 NS	0,9 b
Microcamalhão	526,7 NSbc	421,1 ab	2,0 NS	2,1 b
Escarificado + DD	570 Aab	306,6 Bab	2,8 NS	2,7 b
Média	565,8	331,5	2,1	3,9
CV (%)		19,7	35,3	34,4

^{ns} Não significativo em nível $p \leq 0,05$ na linha; ^{ns} Não significativo em nível $p \leq 0,05$ na coluna; ^{*} Médias não seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna diferem entre si pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro. MAS = mecanismo de acomodação do solo; ¹estádio de desenvolvimento das plantas; CI = com irrigação; SI = sem irrigação.

Em função dos sistemas de implantação bem como a irrigação terem afetados os parâmetros relacionados à nodulação das plantas de soja, houve interferência destes fatores no rendimento de grãos da cultura. Conforme os resultados apresentados na Tabela 3 houve maior rendimento de grãos no sistema com escarificação do solo. Esse sistema proporcionou um incremento de 10% no rendimento em comparação ao disco duplo. Na safra de 2014/15, o sistema com escarificação do solo, seguido da semeadura com haste e haste desencontrada 5 cm proporcionaram rendimento de 26, 15 e 12% superior ao disco duplo em área sem escarificação do solo.

Uma irrigação de 55 mm realizada em V4 resultou em aumento de 10% no rendimento de grãos na safra de 2013/14 e 8% na safra de 2014/15 com duas irrigações, sendo uma na quantidade de 41 mm no estágio R3 e a outra de 46 mm em R5. De acordo com RUVIARO et al. (2011), o uso da irrigação está diretamente relacionada à expressão do potencial da cultura. Além disso, o aumento do rendimento de grãos em função da irrigação e também no sistema com escarificação do solo, e na semeadura em microcamalhão e com haste sulcadora pode estar relacionado à maior nodulação das plantas, o qual foi verificado no presente trabalho, pois a nodulação é um fator importante no rendimento de grãos, estando correlacionada com 40% do rendimento (BRANDELERO et al., 2009). Nas duas safras, o rendimento de grãos foi elevado, e que exceto nas épocas em que foi necessário realizar irrigação, e que apresentou resposta na nodulação e no rendimento de grãos, para os demais períodos de desenvolvimento das plantas houve adequada distribuição de precipitação pluvial (Figura 1), atingindo as exigências da planta no nível de rendimento obtido.

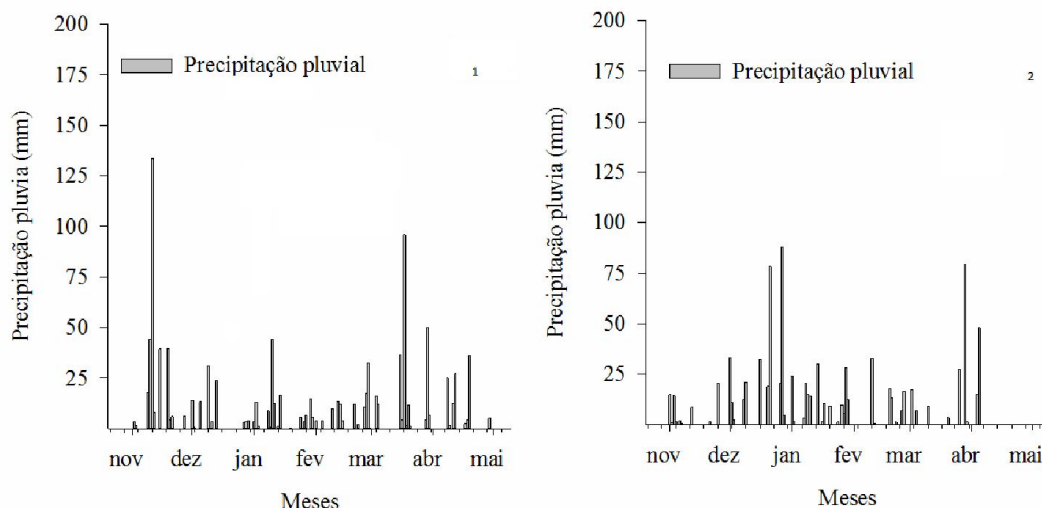
Por fim, os sistemas de implantação e a irrigação são duas tecnologias que interferem no rendimento de grãos de soja em rotação com o arroz irrigado. A presença de uma camada compactada próxima à superfície do solo nessas áreas influencia negativamente no potencial dessa cultura. Com isso, o uso da irrigação em períodos de difícil hídrico e a escolha de um sistema de implantação que rompe parte dessa

camada compactada do solo, culminará o sucesso da soja nas áreas de arroz irrigado.

Tabela 3 – Rendimento de grãos em função dos sistemas de implantação e da irrigação. Cultivar BMX Tornado, Santa Maria safras 2013/14 e 2014/15, RS. 2015.

Sistemas de implantação	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)	
	Safra 2013/14	Safra 2014/15
Disco duplo (DD)	4082 b	3759 d
Disco ondulado	4273 ab	3829 cd
Haste	4405 ab	4327 b
Haste + MAS	4107 b	-
Haste desencontrada ¹	-	4222 b
Microcamalhão	4345 ab	4013 c
Escarificado + DD	4484 a	4749 a
Irrigação		
Com irrigação	4444 a	4311 a
Sem irrigação	4121 b	3988 b
Média	4283	4150
CV (%)	7,4	3,14

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey em 5% de probabilidade de erro. MAS = mecanismo de acomodação do solo. ¹ Haste desencontrada da linha de semeadura 5 cm.



da precipitação pluvial nas safras 2013/14 (1) e 2014/15 (2). Santa Maria, RS. 2015.

Figura 1. Distribuição

Conclusão

Nas áreas de arroz irrigado que apresentam uma camada compactada próxima à superfície do solo, os sistemas com escarificação do solo e haste sulcadora na semeadura proporcionam maior rendimento de grãos de soja em relação ao disco duplo. O uso da irrigação suplementar por faixas resulta em acréscimo de rendimentos de grãos.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado do primeiro autor. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de produtividade em pesquisa para o segundo autor e pela bolsa de doutorado sanduíche ao primeiro autor. À Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), pela bolsa de Iniciação Científica concedida ao terceiro autor.

Referências

- BRANDELERO, E. M.; PEIXOTO, C. P.; RALISCH, R. Nodulação de cultivares de soja e seus efeitos no rendimento de grãos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 581-588, 2009.
- CHRISTOFFOLETI, P.J. FILHOS, R.V. DA SILVA, C.B. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta Daninha**, v. 12, n. 1, 1994.
- EMBRAPA - **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2012/2013 e 2013/2014.** / XXXIX Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul – Passo Fundo, 2013. 142p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. 3 ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.
- FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: State University of Science and Technology, 1977. 11 p. (Special report, 80).
- FERNANDES, E.J.; TURCO, J.E.P. Evapotranspiração de referência para manejo da irrigação em cultura de soja. **Irriga**, v.8, n.2, p.132-141, 2003.
- KING, C.A.et al.. A possible relationship between shoot N concentration and the sensitivity of N₂ fixation to drought in soybean. **Crop Science**, v.54, n.1, p.746-756, 2014.

LANZA, L.M.N.; ROSSI, S.C.; SODEK, L. Adubação nitrogenada beneficia soja alagada. **Bragantia**, v.72, n.1, p.2-9, 2013.

RUVIARO, C. et al. Comportamento da soja submetida a diferentes regimes hídricos e viabilidade da irrigação suplementar na região do vale do Jaguarí-RS. **Perspectiva**, v.35, n.131, p. 79-90, 2011

SICZEK, A., LIPIEC, J. Soybean nodulation and nitrogen fixation in response to soil compaction and surface straw mulching. **Soil & Tillage Research**, v.114, p.50–56, 2011.

THOMAS, A.L. et al. Rendimento de grãos de cultivares de soja em solo de várzea. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.6, n.1, p.107-112, 2000.

VIEIRA NETO, S. A. et al. Formas de aplicação de inoculante e seus efeitos sobre a nodulação da soja. **Revista Brasileira de Ciência Solo**. 2008, vol.32, n.2, pp. 861-870.

SISTEMAS DE IMPLANTAÇÃO E IRRIGAÇÃO PARA O CULTIVO DA SOJA EM ÁREAS DE ARROZ

Guilherme Vestena Cassol¹; Enio Marchesan²; Adroaldo Dias Robaina³; Vinicius Severo Trivisioi⁴; João Pedro Tessele⁴; Bruno Behenck Aramburu⁴; José Fillipin⁴;

Palavras-chave: *Glycine max* (L.), rotação de culturas, uso de água.

INTRODUÇÃO

A rotação do arroz irrigado com soja é uma prática de manejo importante para viabilizar a exploração sustentável de áreas sob cultivo intensivo de arroz no Rio Grande do Sul. No entanto, as condições de relevo relativamente plano, drenagem deficiente, baixa capacidade de armazenamento de água e presença de uma camada compactada próxima à superfície do solo, podem predispor à ocorrência de estresses e reduzir a fixação biológica de nitrogênio, limitando o crescimento e desenvolvimento das plantas de soja em áreas de arroz (GOMES et al. 2006; MARCHESAN, 2013).

Desse modo, a confecção de camalhões pode ser uma prática importante para, primeiramente, aumentar a eficiência do processo de drenagem da área e garantir estabelecimento adequado da cultura no sistema de rotação. Por outro lado, durante períodos de baixa disponibilidade de água no solo, o aproveitamento dos sulcos dos camalhões para a irrigação pode ser, também, uma alternativa viável para assegurar a expressão do potencial produtivo da soja em áreas de arroz. Em vista do exposto, este trabalho teve como objetivos: a) avaliar a resposta produtiva da soja à irrigação e b) determinar o uso de água em diferentes sistemas de irrigação por superfície para o cultivo da soja em áreas de arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante a safra 2014/15, em área de arroz sistematizada, pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, município de Santa Maria, Rio Grande do Sul. Para a realização do experimento, utilizou-se um esquema fatorial com delineamento experimental de blocos ao acaso e quatro repetições. Os níveis para o fator A foram compostos pelos sistemas de implantação: A1= com camalhão; A2= sem camalhão; e os níveis do fator D compostos por: D1= com irrigação; D2= sem irrigação. O sistema de implantação com camalhão caracterizou-se pela confecção de camalhões no momento da semeadura da soja com auxílio da semeadora camalhoneira KF Hyper Plus 6/5. Já para o sistema sem camalhão, utilizou-se a mesma semeadora em condições similares de operação, porém sem o dispositivo para a confecção dos mesmos. As unidades experimentais possuíram dimensões de 75 m de comprimento e 3 m de largura, totalizando 225 m².

O preparo de solo da área experimental foi realizado de maneira convencional com o auxílio de grade de discos e posterior nivelamento do solo. A semeadura ocorreu em 15 de novembro de 2014 com densidade de 15 sementes m⁻¹, visando uma população de 280.000 plantas ha⁻¹. Utilizou-se a cultivar de soja Nidera 6209 RR, de tipo de crescimento determinado e grupo de maturação 6.3. A adubação de base consistiu de 325 kg da fórmula 04-17-27 no momento da semeadura da cultura. Os demais tratos culturais foram efetuados

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFSM. Avenida Roraima, nº 1000, Cidade Universitária, Camobi, 97105900, Santa Maria, RS, Brasil, guilhermevercassol@hotmail.com

² Engenheiro Agrônomo, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Rural, UFSM, Santa Maria, RS.

³ Engenheiro Agrônomo, Prof. Doutor, Depto. de Fitotecnia, UFSM, Santa Maria, RS.

⁴ Acadêmico do curso de Agronomia, UFSM, Santa Maria, RS.

seguindo-se as indicações técnicas da pesquisa para cultivo da soja na região Sul do Brasil (EMBRAPA, 2014).

A necessidade de irrigação foi determinada através do monitoramento da umidade do solo com auxílio de sensores de modelo CS-616 acoplados ao equipamento data logger CR1000 distribuídos nas camadas de 0-10 e 10-20 cm. Para critério de irrigação, adotou-se como referência, o limite médio de umidade do solo das camadas monitoradas, inferior a 60% da capacidade de campo. A distribuição de água nas parcelas irrigadas foi efetuada por intermédio de mangueira plástica de 54 polegadas de diâmetro equipada com um conjunto de comportas ajustáveis. O volume de água utilizado em cada parcela foi quantificado pela utilização de um hidrômetro de 100 polegadas de diâmetro acoplado na entrada da mangueira plástica.

Foram avaliados o número total de nódulos por planta, massa seca e viabilidade de nódulos em R5, o rendimento de grãos de soja e determinada a eficiência de uso da água para cada sistema de irrigação. Para a avaliação de nódulos, coletou-se um monólito de solo de 40 x 20 cm de largura e profundidade, contendo raízes de cinco plantas de soja. Após a coleta, as raízes foram lavadas em água corrente, e levadas para laboratório onde se avaliou o número de nódulos ≥ 2 mm. Para a viabilidade dos nódulos, os mesmos foram seccionados ao meio com estilete considerando-se não viável aquele nódulo sem coloração rósea (VIEIRA NETO et al., 2008). Para obtenção da massa seca dos nódulos, após a avaliação da viabilidade os mesmos foram secos em estufa de circulação forçada de ar em temperatura de 65 °C até peso constante, e posteriormente obtendo-se a massa seca em balança de precisão. A produtividade de grãos foi determinada em área útil de 15 m² através de duas amostragens por parcela.

Os dados obtidos foram analisados previamente quanto ao atendimento das pressuposições da análise de variância (independência, normalidade e homocedasticidade dos erros) e então, submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$). O teste "t" ($p \leq 0,05$) foi utilizado para comparação das médias entre os tratamentos avaliados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve distribuição regular das precipitações para quase totalidade da estação de cultivo da soja na safra 2014/15 (Figura 1). De modo geral, as precipitações com maiores volumes ocorreram durante a emergência e o desenvolvimento vegetativo da cultura, não havendo necessidade de irrigação nesses períodos. No entanto, com base no monitoramento da umidade do solo, houve necessidade de irrigação da soja durante os estádios R2 (florescimento pleno) no dia 25/01/15 e R3-R4 (formação de legumes) no dia 05/02/15. Nestas datas, a umidade média do solo na camada de 0-20cm encontrava-se em 52% e 48% da capacidade de campo, respectivamente.

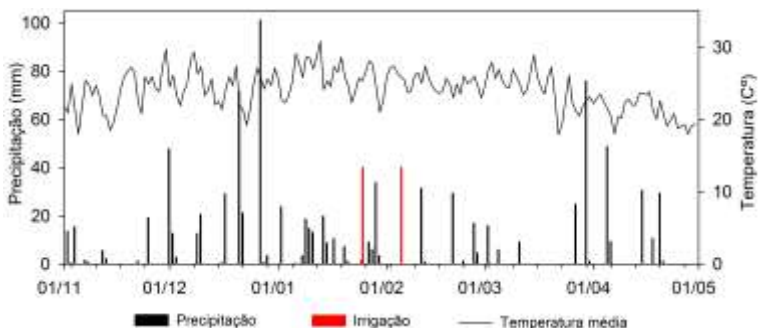


Figura 1. Precipitação, eventos de irrigação e temperatura média do ar durante o período de cultivo da soja em área de arroz. Santa Maria, RS, 2015.

Para ambos os eventos de irrigação, o volume de água utilizado foi menor no sistema com camalhão em comparação ao sistema sem camalhão (Tabela 1). Dessa forma, o sistema com camalhão proporcionou economia média de 14% no total de água aplicado via irrigação durante o ciclo da cultura. Além disso, em números absolutos, o sistema com camalhão proporcionou também maior eficiência de uso da água de irrigação em comparação ao sistema sem camalhão.

Tabela 1. Uso de água para cada evento de irrigação, total de água aplicado durante o ciclo da cultura ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) e eficiência do uso da água de irrigação (kg m^{-3}) para os sistemas com e sem camalhão utilizados no cultivo de soja em área de arroz irrigado. Santa Maria, RS, 2015.

Sistemas de Implantação	Uso de água via irrigação			EUAI (kg m^{-3})
	25/01/15	05/02/15 ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)	Total aplicado	
Com Camalhão	462*	471*	933*	0,25 ^{ns}
Sem Camalhão	520	564	1084	0,20
Média	491	517	1008	0,22
CV (%)	3,98	7,19	4,67	17,62

* Médias na coluna diferem estatisticamente pelo teste "t" à 5% de probabilidade de erro.

^{ns} Não significativo na coluna à 5% de probabilidade de erro.

De acordo com a análise de variância, não houve diferença significativa no número total de nódulos por planta, percentagem de nódulos viáveis e na massa seca de nódulos entre os sistemas com e sem camalhão (Tabela 2). No entanto, a irrigação proporcionou aumento no número de nódulos por planta de soja durante o período de enchimento de grãos (R5) para ambos os sistemas testados. Resultados semelhantes relacionando o aumento da nodulação em função da irrigação têm sido reportados na literatura (HEATHERLY & SPURLOCK, 2000; WINGEYER et al., 2014).

Tabela 2. Número total de nódulos por planta, viabilidade e massa seca de nódulos de plantas de soja em R5 nos sistemas com e sem camalhão em função da irrigação. Santa Maria, RS, 2015.

Sistemas de Implantação	Nódulos em R5		
	Nódulos planta ⁻¹ (nº)	Viabilidade (%)	Massa Seca (g planta ⁻¹)
Com Camalhão	114 ^{ns}	85 ^{ns}	0,94 ^{ns}
Sem Camalhão	105	86	0,88
Irrigação			
Com Irrigação	118*	84 ^{ns}	1,01 ^{ns}
Sem Irrigação	101	85	0,84
CV (%)	11,2	8,8	25,2

* Médias na coluna diferem estatisticamente pelo teste "t" à 5% de probabilidade de erro.

^{ns} Não significativo na coluna à 5% de probabilidade de erro.

Houve diferença no rendimento de grãos para os sistemas avaliados no trabalho e para a resposta da cultura à irrigação (Tabela 3). Em relação aos sistemas, a utilização de camalhões proporcionou incremento de aproximadamente 10% no rendimento de grãos quando comparado ao sistema sem a utilização de camalhões. Além disso, as irrigações durante o ciclo da cultura elevaram em média 5% o rendimento de grãos de soja de ambos os sistemas em comparação a áreas sem irrigação.

Dessa forma, os resultados evidenciam a importância da drenagem durante a fase inicial da cultura e da irrigação, em períodos de deficiência hídrica, para a manutenção da fixação biológica de nitrogênio e, consequentemente, expressão do potencial produtivo da

soja em áreas de arroz.

Tabela 3. Rendimento de grãos de soja (kg ha^{-1}) nos sistemas com e sem camalhão em função da irrigação. Santa Maria, RS, 2015.

Sistemas de Implantação	Rendimento de Grãos (kg ha^{-1})		
	Com Irrigação	Sem Irrigação	Média Sistemas
Com Camalhão	4618	4382	4500*
Sem Camalhão	4057	3886	3971
Média Irrigação	4337*	4134	
CV (%)		4,5	

* Médias na coluna diferem estatisticamente pelo teste "t" à 5% de probabilidade de erro.

CONCLUSÃO

A irrigação aumenta o número de nódulos por planta e o rendimento de grãos de soja em áreas de arroz irrigado.

O sistema com camalhão proporciona maior eficiência de uso da água e rendimento de grãos de soja quando comparado ao sistema sem camalhão.

Estudos posteriores devem ser realizados em diferentes regiões do estado e safras agrícolas para a consolidação desses resultados.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão de bolsa de doutorado ao primeiro autor e de fomento à pesquisa através do projeto Universal. À Universidade Federal de Santa Maria pela oportunidade de realização do trabalho. Além disso, os autores agradecem a empresa Delta Plastics of the South LLC. pela concessão dos materiais de irrigação utilizados nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GOMES, A. S. et al. **Caracterização de indicadores da qualidade do solo, com ênfase as áreas de várzea do Rio Grande do Sul**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2006. 40 p. (Documentos, 169).
- HEATHERLY, L. G.; SPURLOCK, S. R. Furrow and flood irrigation of early-planted, early maturing soybean rotated with rice. **Agronomy Journal**, Madison, v.92, n.3, p.785-791, June 2000.
- MARCHESAN, E. Desafios e perspectivas de rotação com soja em áreas de arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013. **Anais...** Santa Maria, RS: Sociedade Brasileira de Arroz Irrigado, 2013. Resumo 636. 2 CD-ROM.
- OLIVEIRA, A. C. B. de.; ROSA, A. P. S. A. da. (Ed.). **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, safras 2013/14 e 2014/15**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2014.
- VIEIRA NETO, S. A. et al. Formas de aplicação de inoculante e seus efeitos sobre a nodulação da soja. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, v.32, n.2, p. 861-870, 2008.
- WINGEYER, A. B. et al. Growth and yield of irrigated and rainfed soybean with late nitrogen fertilization. **Agronomy Journal**, Madison, v. 106, n. 2, p. 567-576, March 2014.

SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA EM TERRAS BAIXAS: RESULTADOS PRELIMINARES DAS LAVOURAS DE ARROZ SOB PREPARO CONVENCIONAL E PLANTIO DIRETO

Felipe de Campos Carmona¹; José Bernardo Morais Borin²; Thiago Barros²; Danilo Menezes Sant'Anna³; Jamir Luis Silva da Silva⁴; Filipe Selau Carlos⁵; Ibanor Anghinoni⁶; Paulo Cesar de Faccio Carvalho⁶

Palavras-chave: azevém; soja; Integração lavoura-pecuária.

INTRODUÇÃO

No cultivo de arroz irrigado, os diferentes métodos de preparo do solo, ou sistemas de cultivo, têm objetivos diversos como melhorar as condições físicas do solo para facilitar a germinação, a expansão radicular e o estabelecimento da cultura, além de minimizar a competição com plantas daninhas. Contudo, a intensidade da mobilização do solo acaba por interferir, em maior ou menor escala, não apenas em atributos físicos, mas também químicos e biológicos. Do ponto de vista conservacionista, o plantio direto do arroz irrigado pode promover aumento do teor de matéria orgânica (MO) na camada superficial do solo promovendo a formação de um gradiente de fertilidade no perfil do solo ao longo do tempo (Muzilli, 1983). Com isso, demais atributos como pH, toxidez por alumínio, dinâmica do nitrogênio e do fósforo, por exemplo, são alterados. Práticas conservacionistas de solo, associadas à rotação de culturas e, especialmente, integração lavoura pecuária, podem representar um novo conceito de sustentabilidade da atividade orizícola no Rio Grande do Sul. Entretanto, o cultivo de arroz sob plantio direto ainda enfrenta resistências por parte dos produtores, que alegam menor produtividade nos primeiros anos, em relação à outros sistemas de cultivo, como o mínimo e o convencional, por exemplo.

Nesse sentido, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em conjunto com o Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), a Embrapa CPPSul e CPACT, o Serviço de Inteligência no Agronegócio (SIA) e a Integrar – Gestão e Inovação Agropecuária implantaram um protocolo experimental em março de 2013 em uma propriedade privada no município de Cristal (RS), com o intuito principal de aportar à lavoura orizícola do Rio Grande do Sul oportunidades de formatação de sistemas de produção agrícola (arroz, soja e milho) integrada com a produção pecuária (gado de corte) para fins de sustentabilidade ambiental, produtiva e econômica. Os sistemas em estudo envolvem as variáveis diversidade e intensidade de modo a representar modelos de produção para os diferentes cenários nas terras baixas do Rio Grande do Sul. Nesse contexto, é testado o desempenho da cultura de arroz sob diferentes sistemas de cultivo.

O objetivo deste trabalho é apresentar resultados parciais de produtividade das lavouras de arroz cultivadas sob plantio direto e preparo convencional, nas duas primeiras safras de verão após a implantação do projeto.

MATERIAL E MÉTODOS

O protocolo, base para a abordagem da temática em foco, foi iniciado em março de 2013, a partir da parceria público-privada. O experimento está sendo conduzido em área pertencente à Fazenda Corticeiras, localizada no município de Cristal, RS. O solo é classificado como Planossolo Háplico eutrófico típico, com relevo plano a suavemente

¹ Estudante de Pós Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Avenida Bento Gonçalves, 7712 – CEP 91540-000 – Porto Alegre – RS – Brasil. E-mail: felipecarmona@integrarcampo.com.br

² Aluno de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

³ Pesquisador, Embrapa CPPSul.

⁴ Pesquisador, Embrapa CPACT.

⁵ Pesquisador, Instituto Rio-Grandense do Arroz.

⁶ Professor titular, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ondulado. A área experimental tem 18 ha, estando, na época de instalação, em pousio há três anos, desde o último cultivo com arroz irrigado.

Previamente à implantação, foi realizado preparo convencional de toda a área experimental, com o uso de arado e duas operações com grade niveladora. No intervalo entre as gradagens, foi aplicado calcário dolomítico para correção da camada de 0-20 cm, visando aumento do pH até 6,0. Esta correção baseou-se em amostragem prévia do solo nessa camada.

Estão sendo testados cinco sistemas (tratamentos), distribuídos num delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições de acordo com as características dos modelos de produção vigentes em terras baixas no Rio Grande do Sul (Tabela 1).

Tabela 1. Sistemas de produção testados no protocolo experimental. Fazenda Corticeiras, Cristal, RS.

Sistema	Ano agrícola							
	2013		2014		2015		2016	
1	pousio	arroz	pousio	arroz	pousio	arroz	pousio	arroz
2	az ¹	arroz	Az	arroz	az	arroz	az	arroz
3	az	soja	Az	arroz	az	soja	az	arroz
4	az+tb ²	sudão ³	az+tb	soja	az+tb	milho	az+tb	arroz
5	az+tb+cr ⁴	suc ⁵	az+tb+cr	suc	az+tb+cr	suc	az+tb+cr	arroz

¹azevém; ²trevo branco; ³capim sudão; ⁴cornichão; ⁵campo de sucessão.

À exceção do Sistema 1, sob preparo convencional entre os cultivos de arroz, os demais tratamentos estão sendo conduzidos no sistema de plantio direto, com pastoreio animal. A semeadura das pastagens hibernais é realizada entre os meses de março e abril de cada ano, nos sistemas 2 a 5.

Nesses sistemas, o pastejo é realizado pelo método contínuo com lotação variável, composto por três animais-teste (*testers*) por unidade experimental e por animais reguladores que entram e saem da pastagem conforme a necessidade de ajuste da altura. O início do pastejo ocorre no momento em que a altura do pasto atinge aproximadamente 20 cm, em média (em torno de 1.500 kg de matéria seca ha⁻¹) e se estende até meados de outubro – novembro, dependendo da espécie em sucessão. São utilizados animais jovens recém desmamados com 10 meses de idade média, machos castrados e, em torno de 200 kg de peso vivo, aproximadamente.

A variedade de arroz que tem sido utilizada é a IRGA 424, semeada na densidade de 100 kg ha⁻¹ de sementes. Em ambos os anos e sistemas de cultivo, foi aplicada a quantidade de 150, 70 e 120 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. A semeadura foi realizada no primeiro decêndio de novembro e no segundo decêndio de novembro, nas safras 2013/14 e 2014/15, respectivamente. No presente estudo, serão apresentados apenas os rendimentos de grãos da cultura do arroz nos sistemas 1 e 2 (Tabela 1).

Os dados foram submetidos a análise de variância. Os resultados médios foram ilustrados através de gráficos de barras, com apresentação do desvio padrão da média.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em cultivos em solos aeróbios, a adoção de sistemas conservacionistas resulta no aumento dos estoques de C orgânico do solo, especialmente nas camadas superficiais, pelo aporte sistemático de resíduos vegetais ao solo (Diekow et al., 2005). O mesmo pode ocorrer em solos de várzea, o que contribui para o acúmulo de MO. Em sistemas intensivos de cultivo de arroz nos trópicos, onde 2-3 safras são conduzidas numa mesma área anualmente, pode ocorrer significativo acúmulo de MO (Saharawat, 2004), especialmente no sistema de transplante de mudas, que favorece a manutenção da anaerobiose do solo por longo período de tempo. A causa primária para o acúmulo de carbono, nesse caso, é a ausência de oxigênio.

Em condições alagadas, a decomposição ou destruição de materiais orgânicos é menor e incompleta, e a humificação da MO é diminuída. Consequentemente, as taxas de decomposição da MO em geral são mais lentas e ineficientes em solos submersos do que em solos aeróbios e isso resulta em acumulação líquida de MO em solos de várzea com alto aporte de resíduos orgânicos (Sahrawat, 2004). Nesses solos, a decomposição da MO, na ausência de O_2 , é dependente de receptores de elétrons como íons Fe, Mn e sulfato, resultando na oxidação parcial do C orgânico.

No entanto, os benefícios advindos do plantio direto, especialmente o acúmulo de MO, tendem a levar um certo tempo. Até sua consolidação, há uma tendência de menor rendimento das culturas nas fases “inicial” e de “transição” do sistema, em função de a imobilização do nitrogênio do solo ser maior do que a taxa de mineralização (Sá, 1999).

Contrariando essa premissa, os resultados do projeto, até o presente momento, não têm demonstrado diferença na produtividade do arroz nos sistemas de preparo convencional e plantio direto, já que a análise de variância não demonstrou significância estatística para os tratamentos testados (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância referente ao rendimento de grãos, em função dos tratamentos aplicados. Fazenda Corticeiras, Cristal, RS

Fonte	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	2	2,0692702	1,0346351	0,662132	5,1432512	10,924752	ns
Trat.	3	5,504698	1,8348993	1,1742745	4,7565247	9,7747729	ns
Resíduo	6	9,3754878	1,5625813				
Total	11	16,949456					
C.V.	11,24%						

ns: não significativo.

Inclusive, há uma tendência de os rendimentos de grãos de arroz conduzidos sob plantio direto serem levemente superiores, o que ocorreu nas duas safras agrícolas (Figura 1). Esse resultado pode ser explicado pelos aportes de nitrogênio que estão sendo feitos ao Sistema 2. No inverno, a área é conduzida com cultivo de azevém sob pastoreio animal. A forragem recebe um aporte de 120 kg ha^{-1} de nitrogênio durante o seu ciclo. Boa parte desse nutriente permanece no sistema, já que não há revolvimento do solo. Além disso, a própria cultura do arroz recebe um aporte considerável de N, conforme consta em Material e Métodos. Esses fatores somados tendem a minimizar o efeito da imobilização do N pela microbiota do solo, característica das fases iniciais do plantio direto.

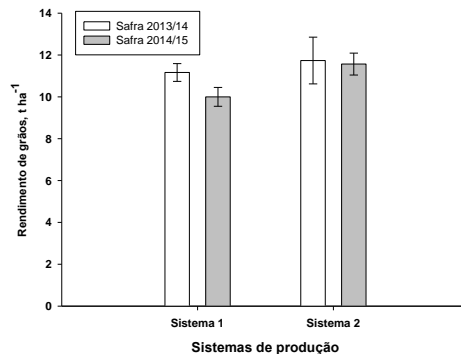


Figura 1. Rendimento de grãos de arroz irrigado em função dos sistemas de cultivo convencional (Sistema 1) e plantio direto (Sistema 2), nas safras 2013/14 e 2014/15. Fazenda Corticeiras, Cristal, RS.

CONCLUSÕES

Os rendimentos de arroz conduzidos sob plantio direto em sucessão ao azevém pastoreado são equivalentes à produtividade do cereal cultivado sob preparo convencional, especialmente quando se aportam altas quantidades de nitrogênio na fase pastagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DIEKOW, J. et al. Soil C and N stocks as affected by cropping systems and nitrogen fertilisation in a Southern Brazil Acrisol managed under no-tillage for 17 years. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 81, p. 87-95, 2005.
- MUZILLI, O. Influência do sistema plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 7, p. 95-102, 1983.
- SA, J. C. M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; LOPES, A. S. (Eds). **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Lavras: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. p. 267-321.
- SAHRAWAT, K.L. Elemental composition of rice plant as affected by iron toxicity under field conditions. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 31, p. 2819-2827, 2004.

Uso de *Azospirillum brasilense* e ureia no cultivo do arroz irrigado

Jean Carlos F. Fresinghelli¹; Luciana Zago Ethur²; Adriana Pires Soares Bresolin²; Carine Rey Rodrigues³; Igor Kieling Severo³; Luana da Silva Cadore³; Matheus Dorneles Cabral³; Thomaz Telechea Pillar³

Palavras-chave: fixação biológica, *Oryza sativa* L., promoção de crescimento.

INTRODUÇÃO

Dentre as poáceas, a cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) se destaca por ser a terceira maior cultura cerealífera do mundo. O Brasil destaca-se como o maior produtor fora do continente asiático. No Brasil, o estado do Rio Grande do Sul é o que mais produz este cereal e somente na fronteira oeste foi semeada a área de 334.484 ha para safra 2014/15 com uma produtividade média de 8.104 Kg/ha (IRGA 2015).

Para o incremento da produtividade de arroz, a disponibilidade de nutrientes é fator limitante, especialmente o nitrogênio (N) que contribui para o aumento da área foliar da planta que implica em melhor aproveitamento da radiação solar, maior produção de energia pela fotossíntese e consequentemente maior produtividade de grãos (FAGERIA & BARBOSA FILHO, 2006). Atualmente os produtores de arroz utilizam quantidades consideráveis de ureia nas lavouras de arroz buscando incremento na produtividade. Segundo Carvalho (2002), os processos que se constituem fontes capazes de fornecer grandes quantidades de nitrogênio às plantas são a decomposição de matéria orgânica do solo, a utilização de fertilizantes nitrogenados e a fixação biológica de N₂ da atmosfera.

Alguns microrganismos que auxiliam na fixação biológica de nitrogênio estão sendo amplamente estudados, dentre eles as bactérias do gênero *Azospirillum*, principalmente por apresentarem resultados promissores com poáceas. Souza et al (2000), cita que as bactérias do gênero *Azospirillum* são de ampla ocorrência e podem ser encontradas em densidades populacionais variadas dependendo de sua interação com o genótipo e o ambiente favorável para bactérias microaerofílicas como as deste gênero, as quais contribuem para a melhor nutrição e desenvolvimento da cultura.

Além de microrganismos que auxiliam na fixação biológica de nitrogênio, são utilizados microrganismos com a intenção de realizar a promoção de crescimento das plantas cultivadas. Dentre os microrganismos utilizados no momento encontram-se produtos comerciais à base do fungo *Trichoderma* spp. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de ureia e *Azospirillum brasilense* na produtividade do arroz irrigado, associado ao tratamento de sementes com produtos químicos e biológicos.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na área experimental do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA 19° Nate), localizada no Sindicato Rural de Itaqui e Maçambará – RS. Cada unidade experimental era dotada de 5m², totalizando 160 m² (Figura 1).

¹ Acadêmico, Universidade Federal do Pampa, fresinghelli@yahoo.com.br

² Professor Adjunto, Universidade Federal do Pampa

³ Acadêmico, Universidade Federal do Pampa

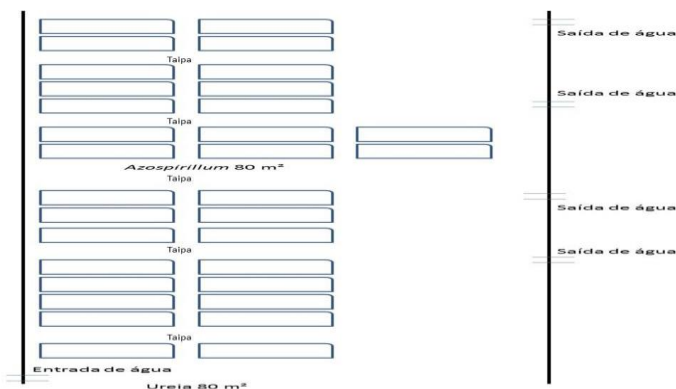


Figura 1: Croqui da organização do experimento. Itaqui (RS) 2014/15.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com esquema fatorial 2 (Ureia/*Azospirillum*) X 4 (tratamento de sementes), com quatro repetições. Os tratamentos de sementes foram: (T1) fungicida + inseticida (controle); (T2) fungicida + inseticida + formulado líquido à base de *Trichoderma* spp.; (T3) fungicida + inseticida + formulado líquido contendo cepas de *Azospirillum brasilense*; e (T4) fungicida + inseticida + formulado líquido à base de *Trichoderma* spp. + formulado líquido contendo cepas de *Azospirillum brasilense*.

Para cada unidade experimental foram utilizadas 3.000 sementes (81,50 gramas/u.e.) equivalente a 163 kg/ha da cultivar IRGA 430. Inicialmente as sementes foram tratadas com fungicida e inseticida nas doses de 300 ml/ 100 kg de sementes de fungicida + 250 ml/ 100 Kg sementes de inseticida, também foi acrescido 1,5 Kg/100 Kg de sementes, de protetor de sementes. Posteriormente, para a microbiolização de 81,50 gramas de sementes de arroz foi utilizado 0,41 ml do formulado líquido a base de *Trichoderma* spp.(T2), 0,20ml do formulado líquido a base de *Azospirillum brasilense* (T3) e 0,41 ml de *Trichoderma* mais 0,20 ml de *Azospirillum brasilense* para o tratamento conjugado (T4). Logo após a adição dos inoculantes foi realizada a homogeneização para que todas as sementes tivessem contato com os microrganismos.

A semeadura foi realizada no dia 10 de novembro de 2014, as aplicações de ureia e *Azospirillum* foram realizadas em duas fases distintas de desenvolvimento da cultura, sendo a primeira aplicação no estágio V4, com 68,75 gramas de ureia por unidade experimental e 0,37 ml de *Azospirillum* + 37,5 ml de água por unidade experimental. A primeira aplicação deu-se no mesmo estágio de desenvolvimento em que foi acrescida a lâmina de água para inundação. A segunda aplicação deu-se no estágio R1, com 29,06 gramas de ureia por unidade experimental e de 1,87 ml de *Azospirillum* + 187,5 ml de água por estágio experimental, este acréscimo devido ao maior desenvolvimento de plantas.

A adubação de base para ambos os manejos foi calculada pelo programa Adubarroz (IRGA 2014), onde foi adotada formulação 5-20-20, com 0,20 Kg por unidade experimental. Os valores utilizados para aplicação de ureia também procedem do mesmo programa. A água para irrigação do manejo com *Azospirillum* foi proveniente de outra fonte pelo período de 5 dias após cada aplicação de ureia, procurando não ter qualquer residual entre os tratamentos.

Ao final do ciclo da cultura, as variáveis avaliadas foram: número de panículas por metro linear, número de grãos por panícula, peso de panícula e a produtividade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os dados avaliados quanto à produtividade do arroz IRGA 430 não ocorreu interação entre os fatores manejo e tratamentos de sementes e ocorreu diferença significativa entre os tratamentos apenas para a variável número de panículas (Tabela 1).

Tabela 1 – Quadrado médio do peso de panícula (g), número de grãos por panícula, panícula por metro linear e produtividade (Kg) de arroz, com tratamento de sementes, com o uso de ureia e *Azospirillum brasilense* em Itaqui (RS) 2014/15.

V	GL	Peso Panícula (g)	Nº Grãos Panícula	Panícula m ^L	Produtividade (KG)
F1	3	0,17556 ^{ns}	175,06 ^{ns}	1240,54*	113622,30 ^{ns}
F2	1	0,40275 ^{ns}	102,24 ^{ns}	378,12 ^{ns}	95198,47 ^{ns}
Int.F1 x F2	3	0,08763 ^{ns}	106,71 ^{ns}	196,71 ^{ns}	56058,81 ^{ns}
Erro	24	0,11848	162,99	364,62	51261,19
CV (%)	-	13,92	15,42	17,96	18,02

ns = não significativo; * = significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Para variável número de panículas por metro linear houve diferença significativa entre os tratamentos de sementes (Tabela 2) sendo que o tratamento dois (fungicida + inseticida + formulado líquido à base de *Trichoderma* spp.) apresentou 12,39% a mais quando comparado com a testemunha, e 23,5% a mais comparada ao tratamento três (fungicida + inseticida + formulado líquido à base de *A. brasilense*). Este resultado está de acordo com o encontrado por Araújo et al. (2010) e Goes (2012), os quais salientam que a inoculação não afeta o número de panículas por m² e número de grãos por panícula.

Tabela 2 – Quadro de médias de panícula por metro linear de arroz, com tratamento de sementes, com o uso de ureia e *Azospirillum brasilense* em Itaqui (RS) 2014/15.

Tratamentos	Panícula m ^L
T1- fungicida + inseticida	107,87 ab*
T2- fungicida + inseticida + <i>Trichoderma</i> spp.	123,12 a
T3- fungicida + inseticida + <i>A. brasilense</i>	94,75 b
T4- fungicida + inseticida + <i>Trichoderma</i> spp. + <i>A. brasilense</i>	99,50 ab
CV (%)	17,96

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

Para o peso de panículas, número de grãos por panícula e produtividade não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos de sementes e o manejo com ureia e *A. brasilense*. Pode se destacar que para a produtividade obteve-se 6.000 Kg/ha para o manejo com ureia e 6.550 Kg/ha para o manejo com *Azospirillum brasilense*. O incremento na produtividade de arroz também foi observado por Kuss (2006), embora Goes (2012) tenha observado menor incremento de produtividade. Tais variações podem ser justificadas, pois o uso da inoculação pode sofrer influências devido à variabilidade genética, características do solo, atuação de outros componentes microbiológicos, competitividade, entre outros fatores (STURZ; NOWAK, 2000).

Verifica-se que o uso de *A. brasilense* associado à cultura do arroz apresenta resultados promissores, visto que a literatura salienta que a inoculação contribui em

relação à fixação biológica, morfologia da planta e consequentemente na produtividade de grãos. Porém, ainda existe a necessidade de ampla discussão e experimentos sobre a forma de utilização desta bactéria no cultivo do arroz.

CONCLUSÃO

O tratamento de sementes e o manejo com ureia ou *A. brasilense* não interferiram nas variáveis de produtividade analisadas para a cultivar de arroz IRGA 430. No entanto, ocorreu incremento na produtividade do arroz para o manejo com utilização de *A. brasilense*.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao IRGA - 19° NATE, de Itaqui e Maçambara, pela disponibilização da área para o desenvolvimento do experimento e pelo auxílio disponibilizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO et. al. Germinação e vigor de sementes de arroz inoculadas com bactérias diazotróficas. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 932-939, 2010.

CARVALHO, E. A. **Avaliação agrônômica da disponibilização de feijão sob sistema de semeadura direta**. 2002. 63 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. **Identificação e correção de deficiências nutricionais na cultura do arroz**. Santo Antônio – GO: Embrapa – CNPAF, 2006. (Circular Técnica, 75)

GOES, R. J. **Inoculação de Sementes com Azospirillum brasilense e Doses de N Mineral em Arroz de Terras Altas Irrigado por Aspersão**. 2012. 30f. Relatório (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.

IRGA. **Programa Adubarroz**. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/inicial>>. Acesso em: 20 out. 2014.

IRGA. **Serviços e informações - Safra**: Evolução da colheita 2014/15. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/conteudo/4215/safras>>. Acesso em: 26 mai. 2015.

KUSS, A. V. **Fixação de nitrogênio por bactérias diazotróficas em cultivares de arroz irrigado**. 2006. 109f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

SOUZA, R. O.; CAMARGO, F. A. O.; VAHL, L. C.; Solos alagados. In: MEURER, E.J. (Ed.). **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre, RS: Genesis, 2000. p. 126-149.

STURZ, A. V.; NOWAK, J. Endophytic communities of rhizobacteria and the strategies required to create yield enhancing associations with crops. **Applied Soil Ecology**, v.15, n. 2, p. 183-190, 2000.

USO DE GPS E MODELOS COM DECLIVIDADE VARIADA NA SISTEMATIZAÇÃO EM TERRAS BAIXAS

Antonyony Severo Winkler¹; Christopher Garrett Henry²; José Maria Barbat Parfitt³; Luis Carlos Timm⁴; Walkyria Bueno Scivittaro⁵; Claudia Fernanda Almeida Teixeira-Gandra⁶; Jaqueline Trombetta da Silva¹; Mikael Bueno Longaray⁶.

Palavras-chave: Irrigação, drenagem, manejo de água.

INTRODUÇÃO

A sistematização do terreno é uma técnica muito utilizada em solos de terras baixas com vistas à uniformização da superfície do solo, promovendo cortes nas partes mais elevadas e aterrando as depressões (PARFITT, 2004). Esta prática tem por objetivo uniformizar as áreas para facilitar a distribuição da água de irrigação (BRYE et al., 2006). Proporciona ainda, uma melhor condição de drenagem superficial, beneficiando o trânsito de máquinas e aumentando o rendimento operacional (RICKMAN, 2002). Quando executada em um plano sem declividade, a sistematização proporciona lâmina de água uniforme para lavouras de arroz irrigado. No entanto, normalmente é uma prática onerosa, por exigir a movimentação de maior quantidade de solo (HAMAD, 1981).

Desta forma, projetos de sistematização eficientes requerem a determinação da declividade principal, possibilitando o ajuste de um modelo que gere menos resíduos (cortes e aterros), ou seja, que requeira menor volume de solo movimentado (WALKER, 2003).

O primeiro método preciso para projetos de sistematização foi desenvolvido por Givan (1940). A este sucederam os modelos propostos por Chugg (1947), Marr (1957) e Scalopi & Willardson (1986), que se baseiam na teoria dos mínimos quadrados. Shit & Kris (1971) desenvolveram um método baseado em resíduos simétricos, que permite a adoção de diferentes declividades, uniformes ou não, em ambos os sentidos, principal e cruzado. Por sua vez, Hamad & Ali (1990) desenvolveram método fundamentado em programação não-linear para a geração de uma superfície curva ou uma superfície plana graduada. Mais recentemente, Zimmermann (2005) desenvolveu um sistema que utiliza o Sistema de Posicionamento Global (GPS), onde o equipamento que sistematiza o terreno recebe sinais de satélites e executa um modelo pré-definido, que pode ser em superfície curva ou plana.

Todos os métodos disponíveis apresentam vantagens e desvantagens; aqueles que ajustam superfície planas somente podem ser executados com sistema *laser*, já os métodos que desenvolvem superfícies não lineares exigem o auxílio de sistema GPS.

Realizou-se um trabalho com o objetivo de comparar diferentes modelos de sistematização, lineares e não lineares, quanto ao volume de solo movimentado e corte máximo efetivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em uma área de 27,68 ha localizada, no condado de Crittenden, no estado no Arkansas, EUA. O solo da área experimental é classificado como Sharkey Silty Clay (ShA), segundo NRCS-USDA (2009). A área está localizada entorno da coordenada 15S 742892.02E 3902010.75N. O levantamento planialtimétrico para a geração do modelo

¹ MSc., doutorando do Programa de Pós Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água da Universidade Federal de Pelotas – PPG MACSA. antonyony@live.com.

² PhD., professor e pesquisador do Departamento de Biologia e Engenharia Agrícola da Universidade do Arkansas.

³ Dr., pesquisador (a) da Embrapa Clima Temperado.

⁴ Dr., professor do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – UFPEL.

⁵ Dra., professora do Centro de Engenharias da UFPEL.

⁶ Técnico agrícola da Embrapa Clima Temperado.

digital de elevação (MDE) foi realizado em março de 2015, utilizando-se GPS (Global positioning system) com auxílio de base RTK (Real Time Kinematic).

Avaliaram-se os seguintes modelos: superfície plana sem declividade ou comumente chamada de “cota zero” (Zero); superfície plana com declividade na resultante principal do terreno (DR). Estes dois primeiros modelos são tipicamente utilizados e executados com *scraper* e plainas, guiados por raios *laser*. O terceiro modelo de sistematização testado foi o de sistematização em “superfície otimizada” (SO), que é executado com GPS auxiliado por uma base RTK. Para este modelo foi arbitrada uma restrição sobre a declividade máxima, de forma que esta não deveria ser superior a 0,2%, tanto na declividade resultante como na declividade cruzada. Para todos os modelos simulados neste trabalho, a única restrição aplicada relacionou-se à declividade, não sendo aplicadas restrições quanto à profundidade máxima de corte. Utilizou-se uma relação corte/aterro de 1,25.

Os modelos foram avaliados quanto ao volume de corte (m^3) e corte máximo efetivo (cm), utilizando-se o software OptiSurface Designer 2.3.14 para a geração dos modelos de sistematização e quantificação de variáveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **Figura 1** encontra-se o MDE da área original, obtido por meio de levantamento planialtimétrico. Verifica-se que a área apresenta várias irregularidades na superfície, particularmente zonas altas rodeadas por cotas menores, comumente denominadas “coroas”, que dificultam o manejo da irrigação, e zonas de depressões, onde há armazenamento superficial de água, dificultando a drenagem superficial. A declividade resultante da área de estudo foi de 0,11%, a qual foi utilizada para realizar o cálculo do modelo plano inclinado (DR).

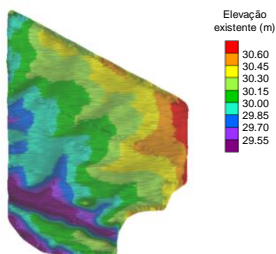


Figura 1: Modelo digital de elevação da área de estudo.

Na **Figura 2** encontram-se os MDE's das áreas com planos zero e com declividade, bem como a superfície otimizada, após o cálculo da sistematização, e na **Figura 3** são apresentados os cortes e aterros.

Analisando-se os MDE's das superfícies projetadas na **Figura 2**, verifica-se que o modelo plano sem declividade apresenta um único patamar, condição que facilitaria o manejo da água para o cultivo de arroz irrigado; também dispensa a construção de taipas no interior da área. No entanto, este tipo de superfície dificulta a drenagem superficial, devido à ausência de gradiente hidráulico que viabilize o escoamento superficial em maior velocidade. No projeto de sistematização em plano com declividade, observa-se uniformidade do terreno, assim como no modelo sem declividade. Requer, porém, a inserção de taipas no interior da área para viabilizar o controle da lâmina de água em lavoura de arroz irrigado. Este sistema possibilita uma drenagem mais eficiente que o modelo sem declividade e possibilita a diversificação de culturas com maior segurança (WINKLER, 2013). Por sua vez, o projeto em superfície otimizada exige o estabelecimento de taipas em curvas de nível, distintamente das taipas retas previstas no modelo plano. O modelo com superfície otimizada suaviza, ainda, a superfície do terreno, eliminando as

depressões onde há armazenamento de água. Isto facilita tanto o manejo da água de irrigação, quanto a drenagem superficial da área.

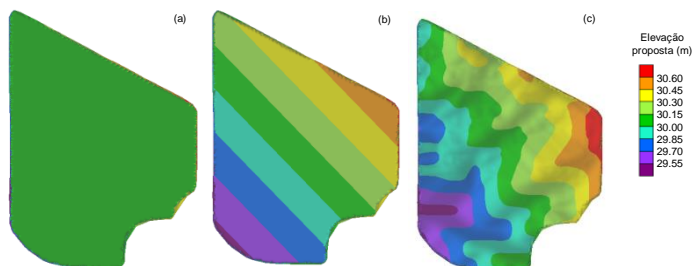


Figura 2. Modelo digital de elevação estabelecido para os modelos com planos zero (a), inclinado (b) e superfície otimizada (c).

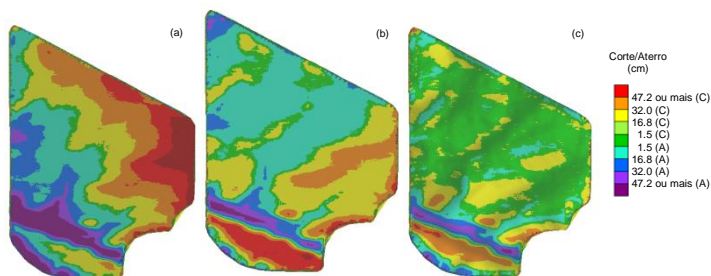


Figura 3. Modelo digital de elevação dos cortes e aterros para os modelos com planos zero (a), inclinado (b) e superfície otimizada (c).

O volume de solo movimentado por hectare preconizado pelos modelos Zero, DR e SO foi de 1264, 695 e 283 m³, respectivamente. Esses resultados mostram que a elaboração de projeto de sistematização com a utilização de um modelo matemático que se ajusta melhor à superfície do terreno, como é o caso do modelo com superfície otimizada, a movimentação de solo com cortes e aterros diminui consideravelmente, resultando em um menor alteração na condição original do terreno. Considerando que os custos da sistematização estão diretamente relacionados ao volume de solo movimentado, a adoção dessa técnica resulta em benefícios econômicos diretos para o produtor. Neste caso específico, a sistematização em superfície otimizada proporcionaria economia equivalente a 78% e 59%, em relação à sistematização baseada nos modelos com planos sem declividade e com declividade, respectivamente.

Outro aspecto importante que deve ser considerado em projetos de sistematização é a profundidade máxima de corte. Neste estudo, os cortes máximos requeridos pela adoção do modelo zero foi de 78 cm, bastante superior aos valores determinados pelos modelos com plano em declive e superfície otimizada de, respectivamente, 53 cm e 37 cm. Estes cortes quando ocorrem em zonas muito grandes dentro da área a ser sistematizada pode comprometer significativamente a produtividade das culturas. A alternativa para a adoção de tais modelos é a divisão das áreas, com o ajuste de diferentes patamares, de forma que os cortes sejam menos profundos. Esse procedimento implica, porém, na redução do tamanho médio dos quadros e, portanto, dificulta o manejo e a operacionalização das operações mecanizadas.

O corte máximo previsto pelo modelo com superfície otimizada, de 37 cm, é considerado adequado para as condições do solo da área estudada. Isto porque cortes dessa magnitude ocorreram em área muito pequena, relativamente à área projetada.

Quanto aos valores de aterro máximo projetados, estes atingiram valores correspondentes à 59 cm, 65 cm e 102 cm, para os modelos com superfície otimizada, plano com declividade e plano zero, respectivamente.

CONCLUSÃO

O modelo de sistematização em superfície otimizada proporciona redução significativa no volume de terra movimentada e profundidade de corte, relativamente aos modelos com superfície planas.

O método de sistematização em superfície otimizada, operacionalizado com GPS, representa avanço tecnológico em comparação ao sistema *laser*, que está restrito a sistematizações em planos com ou sem declividade.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, CAPES, Embrapa Clima Temperado e a Universidade do Arkansas, pela concessão de bolsa de estudo, financiamento da pesquisa e suporte técnico para a realização do estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brye, K.R. Soil biochemical properties as affected by land leveling in a Clayey Aquert. Soil Science Society of America Journal, v.70, p.1129-1139, 2006.
- Chugg, G. E., "Calculations for Lang Gradation," Agricultural Engineering, Vol. 28, No. 10, Oct., 1947, pp. 461-463.
- Givan CV (1940) Land grading calculations. Agricultural Engineering, 21:11-12.
- Hamad SN & Ali AM (1990) Land-grading design by using nonlinear programming. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 116:219-26.
- Marr, J. C, "Grading Land for Surface Irrigation," Division of Agricultural Sciences, University of California, Circular 438, 1957, 55 pp.
- Parfitt, J.M.B.; Silva, C.A.S.; Petrini, J.A. In: Gomes, A.S.; Magalhães Jr, A.M. (eds.). Arroz irrigado no Sul do Brasil. 1º ed. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2004. p. 23-44
- Rickman, J.F., 2002. Manual for Laser Land Leveling. Rice–Wheat Consortium Technical Bulletin Series 5. Rice–Wheat Consortium for the Indo-Gangetic Plains, New Delhi, India, pp. 24.
- Scaloppi EJ & Willardson LS (1986) Practical land grading based upon least squares. Journal of Irrigation and Drainage Engineering 112:98-109.
- Shih, S. F., and Kriz, G. J., "Symmetrical Residuals Method for Land Forming Design," Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, Vol. 14, No. 6, Nov.-Dec, 1971, pp. 1195-1200.
- Walker, T.W.; Kingery, W.L.; Street, J.E.; Lox M.S.; Oldham, J.L.; Gerard, P.D.; Han, F.X. Rice yield and soil chemical properties as affected by precision land leveling in alluvial soils. Agron. J. 95: 1483-1488. 2003.
- Winkler, A. S. Efeito da declividade do terreno sobre o armazenamento superficial de água em áreas sistematizadas. 2013. 69f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- Zimmerman KR, Gross A, O'connor M, Sapilevski G, Lawrence DG, Cobb HS, Leckie L, Montgomery PY (2005). System and Method for Land Leveling United States Patent No: US 6,880,643 B1, Apr. 19, 2005.

USO E MANEJO DO NITROGÊNIO NA CULTURA DO ARROZ

Juscelio Ramos de Souza¹; Bruno Neves Ribeiro¹; Riscelly Santana Magalhães²; Luciano Gissi³; Thiago Picinatti Raposo⁴ e Gustavo Spadotti Amaral Castro⁵

Palavras – Chave: eficiência, adubação e revestimento.

INTRODUÇÃO

Dentre os fatores que afetam a produtividade da cultura do arroz, os manejos da adubação e da irrigação desempenham um papel fundamental na disponibilidade de nutrientes às plantas, tendo em vista que a dinâmica dos elementos no solo é bastante diferenciada e variável em condições aeróbias e anaeróbias. Um dos elementos mais influenciados pelas condições ambientais e de manejo na produção de arroz irrigado é o nitrogênio (N), este possui uma dinâmica extremamente complexa devido à diversidade das formas químicas, reações e processos nos quais está envolvido. Essa dinâmica reflete diretamente sobre a eficiência do N aplicado via fertilizantes minerais. A eficiência deste N oriundo de fertilizantes minerais é bastante variável; entretanto, raramente excede 50% da quantidade aplicada (FILLERY et al., 1984), o que reforça a necessidade de entendimento dos fatores e processos que determinam tal eficiência. GROHS et al.; 2011 avaliando respostas do arroz irrigado ao uso de inibidor de urease, verificou que a ureia revestida retarda e diminui as perdas de N por volatilização em comparação à ureia convencional. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar fontes e doses de nitrogênio protegido, visando minimizar as possíveis perdas desse elemento, comparando com o fertilizante convencional (ureia), no que se refere aos componentes de produção e na produtividade da cultura do arroz.

i

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2011/2012 na Granja Touro Passo, na estrada municipal Touro Passo, Km 5, zona rural da cidade de Uruguaiana – RS, nas seguintes coordenadas geográficas 29°39'8.35" sul e 56°49'30.32" oeste. O solo da área foi classificado como neossolo, cuja as características químicas foram: 29% de argila; pH em água: 5,6; Índice SMP: 6,1 ; 3,7 m V⁻¹ de matéria orgânica; 6,7 mg dm⁻³ de fósforo; 123 mg dm⁻³ de potássio; 18,3 cmolc dm⁻³ de cálcio e 5,9 cmolc dm⁻³ de magnésio. Os tratamentos foram constituídos em um fatorial 3 x 4 + 1, com 3 doses de N (40, 80, 120 kg ha⁻¹); 4 fontes, ureia com 45% de N; ureia recoberta com 35% de N (K-0293); 36% de N (K-0472); 38% de N (K-0481) e uma testemunha sem aplicação de N com 3 repetições, totalizando 13 parcelas experimentais. As parcelas experimentais, com dimensões de 6 m de largura (32 linhas de semeadura de 0,17 m) e 100 m de comprimento foram distribuídas no campo. Em 21/10/2011 realizou-se a semeadura utilizando a variedade IRGA 424 na densidade de 80 kg ha⁻¹ no sistema de cultivo mínimo (preparo antecipado da área com uma gradagem, plaina e entaipamento) e adubação de semeadura com 100 kg ha⁻¹ da fórmula 11-52-00, 150 kg ha⁻¹ da fórmula 00-00-60 a lanço, logo após a semeadura. Aos 17 dias após a germinação, a cultura estava no estágio V3 (3 folhas), então aplicou-se o N em cobertura de forma mecanizada com adubadeira TDNG 520 em superfície conforme os respectivos tratamentos Tabela 1.

Tabela 1: Descrição dos tratamentos. Uruguaiana, RS, 2012.

Tratamento	Doses de N (kg.ha ⁻¹)
Testemunha	0
Ureia	40
Ureia	80
Ureia	120
K-0293	40
K-0293	80
K-0293	120
K-0472	40
K-0472	80
K-0472	120
K-0481	40
K-0481	80
K-0481	120

Antes da semeadura as sementes foram tratadas com Standak, Gaucho, Vitavax e Zinco seguindo as recomendações dos fabricantes. A produtividade da cultura foi obtida, em 18/03/2012, colhendo as panículas mecanicamente com colhedora John Deere 1570, efetuando a colheita total da parcela. Após a colheita a colhedora descarregava os grãos em uma carreta graneleira que se encontrava instalada sobre uma balança móvel com precisão de 1 kg e posteriormente pesada e retirada um amostra de aproximadamente 0,800 kg de arroz. No termino da colheita as amostras retiradas de cada tratamento foram encaminhadas ao engenho para ser medido o teor de umidade e impureza. Posteriormente os pesos foram ajustados para a umidade de 12%, para amostragem de grãos inteiros a amostra foi secada ao teor de umidade de 12% e realizada a amostragem de percentual de grãos inteiros e quebrados. Os dados avaliados foram o peso de 1000 grãos (g), rendimento de grãos inteiros e o rendimento de grãos kg ha⁻¹, obtido através da pesagem de amostras colhidas (estádio R8). Os dados obtidos foram submetidos às análises de pressuposições da análise de variância, e após cumprirem os pressupostos para a normalização, foi submetido à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados de peso de 1000 grãos, grãos inteiros e rendimento de grãos. Desses parâmetros avaliados, peso de 1000 grãos e grãos inteiros não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos avaliados.

Tabela 2: Peso de 1000 grãos (gramas), grãos inteiros (%) e rendimento de grãos (kg ha^{-1}) em função do uso de diferentes fontes de nitrogênio em arroz irrigado. Uruguaiana, RS, 2012.

Tratamento	Peso 1000 Grãos (g)	Grãos inteiros (%)	Rendimento grãos (kg ha^{-1})
Testemunha	25,07 ^{NS}	63 ^{NS}	8933,42 c
Ureia 40 Kg ha^{-1}	25,21	61	10361,28 ab
Ureia 80 Kg ha^{-1}	24,18	61	11650,82 ab
Ureia 120 Kg ha^{-1}	25,04	62	11985,09 ab
K-0293 40 Kg ha^{-1}	24,24	62	11917,79 ab
K-0293 80 Kg ha^{-1}	24,52	63	12176,02 ab
K-0293 120 Kg ha^{-1}	24,56	62	12163,12 ab
K- 0472 40 Kg ha^{-1}	24,34	63	11554,93 ab
K- 0472 80 Kg ha^{-1}	24,20	62,3	11745,87 ab
K- 0472 120 Kg ha^{-1}	24,52	61,5	12226,17 a
K-0481 40 Kg ha^{-1}	24,59	62,4	11443,67 ab
K- 0481 80 Kg ha^{-1}	24,37	63	11949,21 ab
K- 0481 120 Kg ha^{-1}	24,65	62	12149,67 ab
Média	24,57	62,1	11558,24
CV (%)	3,1	1,3	7,8

NS não significativo em nível de 5% de probabilidade de erro

Letras diferentes diferem pelo teste de Tukey ($P \geq 0,05$).

A média de produtividade obtida nos ensaios com aplicação de N foi de 11.776,98 kg ha^{-1} . Nos rendimentos avaliados, houve um ganho médio em relação à testemunha de 1427,96 kg ha^{-1} (28,56 sacos), as maiores produtividades, foram observadas no tratamento com o fertilizante revestido K 0472 na dose de 120 Kg ha^{-1} de N. Todos os tratamentos em relação à testemunha obtiveram acréscimo na produtividade, comparando a testemunha com a ureia sem recobrimento os tratamentos obtiveram os seguintes ganhos: Ureia 40 kg ha^{-1} de N, 1427,96 kg ha^{-1} (28,56 sacos), no tratamento com Ureia 80 kg ha^{-1} de N 2.717,4 kg ha^{-1} (54,34 sacos) e no tratamento com Ureia 120 kg ha^{-1} de N 3.051,67 kg ha^{-1} (61,03 sacos), indicando respostas à adubação nitrogenada. Em relação às fontes de ureia com recobrimento os tratamentos obtiveram os seguintes ganhos em produtividade: K-0293 40 kg ha^{-1} de N 2.984,37 kg ha^{-1} (59,68 sacos), no tratamento K-0293 80 kg ha^{-1} de N 3.242,6 kg ha^{-1} (64,85 sacos) no tratamento K-0293 120 kg ha^{-1} de N 3.229,7 kg ha^{-1} (64,59 sacos), no tratamento K-0472 40 kg ha^{-1} de N 2.621,51 kg ha^{-1} (52,43 sacos), no tratamento K-0472 80 kg ha^{-1} de N 2.812,45 kg ha^{-1} (56,24 sacos) no tratamento K-0472 120 kg ha^{-1} de N 3.292,75 kg ha^{-1} (65,85 sacos), no tratamento K-0481 40 kg ha^{-1} de N 2.510,25 kg ha^{-1} (50,20 sacos), no tratamento K-0481 80 kg ha^{-1} de N 3.015,79 kg ha^{-1} (60,31 sacos) no tratamento K-0481 120 kg ha^{-1} de N 3.215,79 kg ha^{-1} (64,31 sacos). Os resultados indicam potencial de ganho de produtividade de arroz quando foi manejado com o nitrogênio revestido em comparação ao convencional sem revestimento. Observando os resultados de rendimento de grãos na dose de 40 kg ha^{-1} com a ureia revestida em comparação com os mesmos 40 Kg ha^{-1} com a fonte sem revestimento é verificado ganhos de rendimento em todas as fontes revestidas. De certa forma, isto pode ser explicado pelo melhor aproveitamento do nitrogênio pela planta de arroz. BREDA et, al (2010), avaliando as perdas por volatilização de N da ureia recoberta com polímeros e aditivos verificou uma diminuição de 20 % nas perdas por volatilização. Os polímeros e aditivos propiciam condições de controle e podem ser produzidos para sincronizar a liberação do N de acordo com as necessidades nutricionais das plantas ao longo do ciclo de cultivo (BLAYLOCK, 2007). GUARESCHI (2010), avaliando o emprego de fertilizantes revestidos conferiu maior produção de massa seca, número de vagens por planta e produtividade de grãos de soja quando comparado aos fertilizantes convencionais.

CONCLUSÕES

Os resultados demonstraram respostas da cultura do arroz à aplicação de nitrogênio; a ureia protegida surge como uma alternativa para aumentar a eficiência e aproveitamento do nitrogênio no arroz irrigado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Indústria Química Kimberlit pelo fornecimento dos fertilizantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BREDA, F.A.F.; WERNECK, C. G.; ALTOE, A.; LIMA, E.S.A.; POLIDORO, J.C.; ZONTA, E.; LIMA, E.; Perdas por Volatilização de N-Ureia Revestida com Polímeros. **Anais XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas**. Guarapari – ES 2010.

BLAYLOCK, A. **Novos Fertilizantes Nitrogenados: O Futuro dos Fertilizantes Nitrogenados de Liberação Controlada**. Informações Agrônomicas, Piracicaba, n. 120, p. 8-10, dez. 200.

FILLERY, I.R.P., SIMPSON, J.R., DE DATTA, S.K. Influence of Field environment and fertilizer management on ammonia loss from flooded rice. **Soil Sci. Soc. Am. J.** v, 48, p. 914-920, 1984.

GUARESCHI, R. F. **Emprego de fertilizantes revestidos por polímeros nas culturas da soja e milho**. 2010. 44 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, Rio Verde.

GROHS, M.; MARCHESAN, E.; SANTOS, D.S.; MASSONI, P.S.F., SARTORI G. M. S.; FERREIRA, R. B. Resposta do Arroz Irrigado ao Uso de Inibidor de Urease em Plantio Pireto e Convencional. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 35, n. 2, p. 336-345, mar./abr., 2011.

¹ Eng. Agrônomo M.Sc, Pesquisa e Desenvolvimento, Kimberlit Agrociências, Rodovia Assis Chateaubriand, Km 144,5 Olímpia, SP, CEP 15400-000, Fone: 17 3275 1500. juscelio.souza@kimberlit.com;

² Eng. Agrônomo, Discente especial Mestrado Produção Vegetal, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal – SP;

³ Administrador de Empresas, mestrando Agronegócios FGV; São Paulo - SP

⁴ Discente Mestrado Universidade Federal de Viçosa, Campus Rio Paranaíba, Rio Paranaíba – MG;

⁵ Eng. Agrônomo D.Sc, Transferência de Tecnologia para Produção de Grãos Embrapa Amapá, Macapá – AP;

UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DO FERTILIZANTE BIOZYME® EM TRATAMENTO DE SEMENTE EM ARROZ IRRIGADO, CULTIVAR PRIME CL

Matheus Bohrer Scherer¹; Danie Martini Sanchotene²; Sandriane Neves Rodrigues³; Bruno Wolffenbüttel Carloto³; Leandro Lima Spatt⁴

Palavras-chave: *Oryza sativa*, nutrição, híbrido.

INTRODUÇÃO

A cultura do arroz irrigado é bastante exigente em nutrientes e para que não haja limitações na produtividade, os mesmos devem estar disponíveis para a absorção pelas plantas.

Biozyme é um fertilizante formulado a partir de macro e micronutrientes combiandos com extratos vegetais, onde tem como componetes nutricionais o nitrogênio (N), potássio (K), enxofre (S), boro (B), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn).

O nitrogênio caracteriza-se por ser o nutriente mais exigido pela planta de arroz. É um elemento necessário para a constituição da clorofila, a qual promove a produção de biomassa, aumento da área foliar, consequentemente a eficiência na interceptação da radiação solar e a taxa fotossintética, com isso influi diretamente na produtividade final da cultura (FAGERIA et al., 2003).

A importância do enxofre para as plantas de arroz está ligada a necessidade desse macronutriente na síntese dos aminoácidos cistina, cisteína e metionina, tais compostos são constituintes de vitaminas, hormônimos e enzimas importantes no metabolismo vegetal (THOMPSON et al., 1986). Segundo Wilson et al. (2006), 30% do enxofre absorvido pela planta tem como destino final os grãos.

Segundo Taiz & Zeiger (2004), o boro apresenta relações de função com a síntese de ácidos nucleicos, alongação celular, respostas hormonais e no funcionamento de membranas. Dunn et al. (2005), estudando o efeito de absorção do boro aplicado no solo e em aplicações foliares, notaram que a disponibilização do elemento no solo promove melhores resultados de rendimento da cultura quando comparado às aplicações via foliar na média de dois anos em que se realizou o trabalho.

A importância do zinco na fisiologia da planta está ligada a ativação enzimática e como componente estrutural de algumas enzimas, assim como de estruturas celulares (SANTOS, 1996). Moreira et al. (2003) em estudo com cultivares de arroz, notaram que uma maior concentração de manganês induz uma maior absorção de zinco pelas plantas.

Neste sentido, o presente estudo teve por objetivo avaliar a aplicação do fertilizante Biozyme® na forma de tratamento de semente na cultura do arroz, sistema irrigado, cultivar Prime CL.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no município de Manuel Viana/RS, em lavoura comercial de arroz irrigado. O delineamento foi blocos ao acaso com parcelas medindo 5 m de largura por 6 de comprimento e quatro repetições. O sistema de cultivo utilizado foi preparo convencional, com uma dessecação após a semeadura, utilizando herbicida glifosato na dose de 3 L/ha. A entrada de água ocorreu 19 dias após a emergência das

¹ Engº Agrônomo, Mestrando em Agrobiologia, Universidade Federal de Santa Maria, R. Domingos Dalla Costa, 322. (matheusbs27@gmail.com).

² Prof. Dr. em Agronomia, Universidade Regional integrada do Alto Uruguai e das Missões, campus Santiago/RS.

³ Engº Agrônomo, Mestrando em Agrobiologia, Universidade Federal de Santa Maria.

⁴ Engº Agrônomo, Universidade Federal de Santa Maria.

plantas. A adubação foi realizada conforme SOSBAI (2014), a semeadura da cultivar Prime CL foi realizada no dia 14/11/2014, com espaçamento de 0,17 cm e densidade de 55 kg de sementes por hectare.

As sementes foram tratadas utilizando tratador centrífugo, acionado por motor elétrico, com a capacidade de tratar cinco quilogramas de sementes com o volume de calda de 10 ml/kg de semente. Para o tratamento de sementes dos fertilizantes avaliados realizou-se o tratamento de três quilogramas de sementes, na qual utilizou-se 500 gramas para fins de teste de germinação.

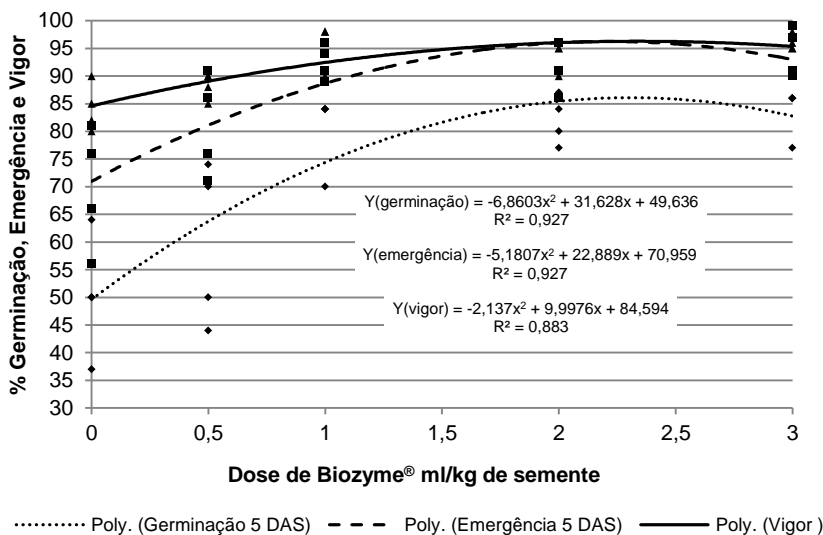
O fertilizante Biozyme® tem a seguinte composição (%p/p): nitrogênio: 1,5; potássio: 5,0; boro: 0,08; ferro: 0,4; manganês: 1,0; zinco: 2,0; enxofre: 1,0. Os tratamentos constituíram-se de uma testemunha sem aplicação e quatro tratamentos com doses crescentes: 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 ml/kg de semente de arroz.

A avaliação de eficácia dos tratamentos foi realizada durante o ciclo da cultura, efetuando-se a determinação da germinação (avaliando o início de germinação, formação do caulículo e radícula, em 30 sementes ao acaso dentro de cada parcela em porcentagem), emergência (avaliando-se em um metro linear por parcela o número de plântulas normais aos 10 DAS em porcentagem), stand de plantas inicial (contagem do número de plantas em dois metros lineares por parcela), porcentagem de vigor a campo em relação à testemunha, número de panículas por m² e da produtividade final de grãos, com correção para 14% de umidade nos grãos de arroz. Realizou-se a colheita de 1 m² por parcela, após a trilhagem, foi estimada a produtividade da parcela em kg.ha⁻¹.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do software SISVAR®, bem como aplicou-se a análise de regressão a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os resultados do fertilizante Biozyme® nos parâmetros de instalação da cultura e produtivos.



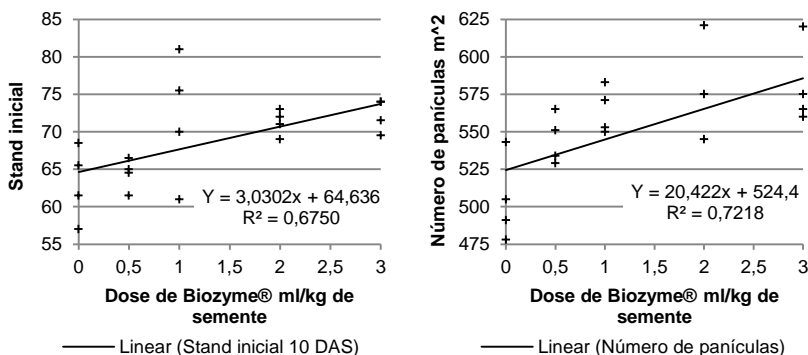


Figura 1. Valores percentuais e numéricos para germinação, emergência, vigor, stand inicial e número de panículas, em relação às doses aplicadas do fertilizante Biozyme®.

A uniformidade de germinação, emergência e vigor de planta são parâmetros fundamentais durante o estabelecimento inicial da cultura a campo (GHERSA, 2000). Sendo assim, os resultados de germinação, stand inicial e emergência demonstram que o fertilizante Biozyme® promove um incremento desses fatores, gerando uma maior uniformidade de plantas, refletindo em um forte estabelecimento da cultura, que por sua vez poderá ter maior resistividade a fatores prejudiciais bióticos e abióticos, no início do ciclo.

O vigor das plantas apresentados pelos tratamentos com Biozyme® possui comportamento crescente na análise de regressão e segundo Hófs et al. (2004), sementes originárias de plantas com alto vigor apresentam maior eficiência em produção de biomassa com resultados em produtividade no final do ciclo da cultura. Melo et al. (2006) também confirmam que sementes originárias de plantas de alto vigor conferem parâmetros superiores de matéria seca, área foliar, altura, número de perfilhos, panícula por planta e rendimento biológico quando comparados às plantas oriundas de sementes de baixo vigor.

Os resultados obtidos para o número de panículas por m² mostrou que a aplicação de Biozyme® aumentou a quantidade de panículas, concordando com Mielezrski et al. (2008), os quais demonstram que sementes oriundas de híbridos de arroz, que apresentam alto vigor, conferem melhores parâmetros de rendimento como panículas por planta, número de grãos por panícula e número de grãos por planta, quando comparadas às plantas com baixo vigor. Entretanto, para este experimento, a avaliação da produtividade média em relação as doses do fertilizante aplicadas não representou diferença estatística significativa ($p < 0,1$) (resultados não apresentados).

Marchezan et al. (2001) alcançou resultados semelhantes na produtividade, em estudo com aplicação de micronutrientes na cultura do arroz irrigado durante três anos, onde não se obteve respostas produtivas, porém houve incrementos de parâmetros como altura de planta e massa de 1000 grãos. Camargo et al. (2008) em experimento com aplicação de fertilizantes foliares em arroz irrigado, mesmo obtendo resultados acima de 10000 kg/ha, não evidenciaram diferenças significativas na produtividade.

Resultados estes sugerem que o fertilizante Biozyme® auxilia no estabelecimento inicial do arroz, fornecendo o aporte para que se alcance uma maior uniformidade de lavoura (Stand) juntamente com melhor expressão do vigor, incrementos estes relacionados com o uso de híbridos os quais respondem de maneira eficaz ao emprego da tecnologia. Essas características facilitam não só as práticas de manejo como também atua na formação da cultura.

CONCLUSÃO

A utilização do fertilizante Biozyme[®] apresentou resultados positivos para os parâmetros iniciais de instalação da cultura no campo, com incrementos na germinação e emergência, proporcionando melhor stand inicial com plantas de maior vigor.

Não houve incremento significativo na produtividade final da cultura com os diferentes tratamentos realizados na cultivar de arroz híbrido Prime CL.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento a Empresa Biomonte Pesquisa e Desenvolvimento e a Arysta LifeScience Corporation pela oportunidade da realização da presente pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMARGO, E.R. et al. Manutenção da área foliar e produtividade de arroz irrigado com a aplicação de fertilizantes foliares no estágio de emborrachamento. **Ciência Rural**, v. 38, n.5, p.1439-1442, ago, 2008.
- DUNN, D.; STEVENS, G.; KENDIG, A. Boron fertilization of rice with soil and foliar applications. **Crop Management**. [Online]. 2005. Disponível em: <http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/cm/research/2005/boron/>
- FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. Manejo de nitrogênio em arroz irrigado. **Circular Técnica**, Santo Antônio de Goiás, GO, n. 58. nov. 2003.
- GHERSA, C.M. Plant phenology and the management of crop weed interactions. **Field Crops Research**, v.67, n.2, p.91-93, 2000.
- HÖFS, A. et al. Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.26, n.2, p.55-62, 2004.
- MARCHESAN, E. et al. Adubação foliar com micronutrientes em arroz irrigado, em área sistematizada. **Ciência Rural**, v.31, n.6, p.941-945, 2001.
- MELO, P.T.B.S et al. Comportamento individual de plantas originadas de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica em populações de arroz irrigado. **Revista brasileira de sementes**, Pelotas, v. 28, nº 2, p. 84-94, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v28n2/a11v28n2.pdf>>. Acesso em: 25 maio de 2015.
- MOREIRA, A. et al. Influência do magnésio, boro e manganês na absorção de zinco por raízes destacadas de duas cultivares de arroz. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 213-218, jul./dez. 2003.
- MIELEZRKI, F. et al. Desempenho individual e de populações de plantas de arroz híbrido em função da qualidade fisiológica das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30 nº 3, p. 086-094, 2008.
- Reunião Técnica da Cultura do Arroz irrigado. Arroz irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil/Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. Itajaí, SC: **SOSBAI**, p.179, 2014.
- SANTOS, O.S. **Problemas com micronutrientes na agricultura**. (ED.). Santa Maria: UFSM, 153p. 1996.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Tradução Eliane Romanato Santarém et al. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 719p. 2004.
- THOMPSON J. M.; SMITH, I. K.; MADISON, J. T. Sulfur metabolism in plants. In: **SULFUR in agriculture**. Madison: ASA : CSSA :SSSA, p.57-116. Agronomy monograph, 27.1986.
- WILSON, C. JR.; SLATON, N.; NORMAN, R.; MILLER, D. Efficient use of fertilizer. In: N. A. Slaton (Ed.). **Rice Production Handbook**. Little Rock, Ark, p.59-60. 2001.

UTILIZAÇÃO DO NITROGÊNIO EM CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO NO ESTADO DO TOCANTINS

Nayara Monteiro Rodrigues¹; Expedito Alves Cardoso²; Daniel de Brito Fragoso³; Lucas Koshy Naoe⁴

Palavras chaves: *Oryza sativa* L, orizicultura, utilização de N.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é o cereal mais importante do mundo como principal componente da dieta básica da população mundial. O arroz é o quarto produto agrícola mais produzido no mundo, atrás apenas da soja, do trigo e do milho. A Ásia é o maior produtor mundial, seguido das Américas, África, Europa e Oceania (Agrianual, 2011).

O Brasil é o maior produtor de arroz na América Latina e o décimo maior produtor mundial, sendo que a maior parte está localizada na região Sul, em clima subtropical (Rio Grande do Sul e Santa Catarina), responsável por 87% da produção nacional. Na região de clima tropical, o Estado do Tocantins é o terceiro maior produtor nacional de arroz e sua produção total de arroz, representa 59% da região norte do Brasil (CONAB, 2015).

Na cultura do arroz irrigado, o nitrogênio (N) é fundamental para o bom crescimento da planta, sendo o segundo nutriente mais absorvido (Fageria et al., 2007). Sua essencialidade está relacionada a constituição das proteínas, aminoácidos, pigmentos, ácidos nucleicos, hormônios, coenzimas, vitaminas e alcalóides (Floss, 2008). A eficiência de uso de N pela cultura do arroz é baixa, situando-se em torno de 40% (Yoshida, 1981; Fageria et al., 2007). Entretanto, existe a possibilidade de diminuir esta perda com o manejo apropriado do nitrogênio, utilizando práticas adequadas, como doses, época de aplicação (Fageria et al., 2003). A ineficiência do uso do N pelas culturas tem contribuído para aumentar o teor de N reativo nos oceanos e na atmosfera sob a forma de N_2O , contribuindo para o aumento dos gases formadores do efeito estufa (Galloway et al., 2008).

Este trabalho teve como objetivo determinar o efeito de doses de N sobre os componentes da produtividade e eficiência do uso de N em cultivares de arroz irrigado.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Centro de Pesquisa Agroambiental da Várzea, da Fundação Universidade do Tocantins, no município de Formoso do Araguaia, TO, situada nas coordenadas geográficas: 11°59'S e 49°41'W e altitude aproximada de 230m.

O experimento foi instalado em um plintossolo de textura argilosa com delineamento de blocos ao acaso, com cinco repetições com esquema de parcelas subdivididas. As doses de N constituíram a parcela principal e os cultivares as subparcelas. As parcelas foram separadas por meio de taipas recobertas com lonas plásticas. As subparcelas foram compostas por seis fileiras de 5 m de comprimento. Os tratamentos consistiram de quatro cultivares de arroz irrigado, recomendadas para clima tropical: BRS Alvorada, BRS Jaçanã, BRS Tropical e Metica1 e seis doses de N: 0, 50, 100, 150, 200 e 400 kg ha⁻¹. As doses de N, tendo como fonte a uréia, foram aplicadas 1/3 no momento do transplante, 1/3 aos 27 dias e 1/3 aos 47 dias após o transplante (DAT).

O preparo do solo constitui-se de uma aração e destorroamento com uso de enxada rotativa. A adubação de base foi realizada antes do transplante de acordo com resultados da análise de solo. As doses utilizados foram 90 kg ha⁻¹ de P_2O_5 e 70 kg ha⁻¹ de K_2O , tendo como fontes superfosfato simples e o cloreto de potássio, respectivamente. O transplante foi realizado quando as mudas atingiram 30 dias. O espaçamento foi 0,2 x 0,2m entre covas e três plantas por cova.

A produtividade em kg ha⁻¹ da massa de grãos da parcela útil (quatro fileiras de 4,0 m). A colheita foi realizada 100 DAT, com umidade dos grãos de 20% e corrigida para 13% após a secagem. A massa de 1000 grãos foi obtida em grãos secos e limpos. O acúmulo de

matéria seca da parte aérea foi obtida em 1,0 m de linha por parcela, ao nível do solo. O material foi seco em estufa a 70 °C até atingir peso constante. Obteve-se ainda o número de panículas e de perfilhos totais e inférteis.

Para a avaliação da eficiência do uso de N, foi determinado o teor de N pelo método Kjeldahl na parte aérea e nos grãos secos de acordo com FAGERIA et al., (2007).

EAN= (PGcf - PGsf)/(QNa) , em que EAN é a eficiência agrônômica do uso do nitrogênio, em kg kg⁻¹; PGcf é a produção de grãos (kg ha⁻¹) com fertilizante (N); PGsf produção de grãos (kg ha⁻¹) sem fertilizante (N) e; QNa quantidade de N aplicado em kg.

EFN = (PBcf - PBsf)/(ANcf - ANsf), em que: EFN é a eficiência fisiológica de uso do N, em kg kg⁻¹; PBcf produção biológica (palha + grãos), em kg ha⁻¹, com fertilizante (N); PBsf é a produção biológica (palha + grãos) em kg ha⁻¹, sem fertilizante (N); ANcf acumulação de N na parte aérea e grãos (kg), com fertilizante (N) e; ANsf acumulação de N na parte aérea e nos grãos (kg), sem fertilizante (N).

EAF= (PGcf - PGsf)/(ANcf - ANsf), em que EAF é a eficiência agrofisiológica, em kg kg⁻¹; PGcf produção de grãos (kg ha⁻¹), com fertilizante (N); PGsf produção de grãos (kg ha⁻¹), sem fertilizante (N); ANcf acumulação de N na parte aérea e grãos (kg), com fertilizante (N) e; ANsf acumulação de N na parte aérea e nos grãos (kg), sem fertilizante (N).

A Eficiência de recuperação (ER) = (ANcf - ANsf/QNa), em que ANcf é a acumulação de N na parte aérea e grãos (kg), com fertilizante nitrogenado; ANsf é a acumulação de N na parte aérea e grãos (kg), sem fertilizante nitrogenado e; QNa é a quantidade de N aplicado em kg.

Para interpretação dos dados, empregou-se a análise de variância utilizando o teste F (p≤0,05), teste de Tukey 5% para comparação entre médias e regressão polinomial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O incremento das doses de nitrogênio promoveu aumento da massa de 1000 grãos (Figura 1), houve diferença significativa entre os efeitos médios de cultivares, de doses de N e de interação doses x cultivares. Os efeitos de doses dentro de cultivares ajustaram-se a uma equação linear quadrática. Ocorreu aumento da massa de grãos para todas as cultivares com doses de até 150 kg ha⁻¹ de N a partir do qual houve decréscimo da massa de grãos, podendo ser decorrente de uma melhor granação e, portanto, efeito de competição entre os grãos (Hernandes et al., 2010).

Resultados obtidos por Kischel et al. (2011), que trabalharam com duas doses de N (20 kg ha⁻¹ e 120 kg ha⁻¹), foi observada maior massa de 1000 grãos na menor dose de N. Em outra situação, Freitas et al. (2001) observaram variabilidades significativas entre cultivares e doses de N. Por outro lado, Andrade et al. (1992), não obtiveram ganhos para massa de 1000 grãos entre os genótipos, mesmo em altas doses de N.

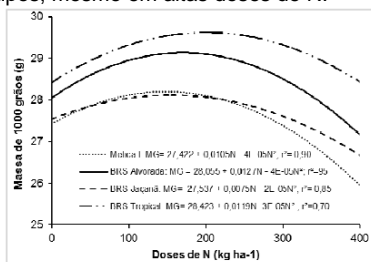


Figura 1. Massa de 1000 grãos de cinco cultivares de arroz irrigado, em função de doses de nitrogênio (N).

No que se refere ao número de panículas, houve efeito significativo de doses de N e os dados ajustaram-se ao modelo linear simples.

De acordo com Fageria e Baligar (2001), o número de panículas é uma característica dacultivar, mas pode ser aumentado com aplicação de dose de N. Segundo, Matsushima

(1970), o número de panículas é influenciado por fatores genéticos e por condições externas vigentes no estágio de perfilhamento ativo.

Quanto ao perfilhamento, a disponibilidade de N influenciou o número de perfilhos por unidade de área, positivamente é linearmente ao aumento das doses de nitrogênio ($r^2=0,97$). Entretanto, ocorreu aumento do número de perfilhos inférteis. Em plantas deficientes em nitrogênio, os compostos nitrogenados das folhas inferiores são hidrolisados, sendo o N remobilizado para folhas do perfilho principal resultando em menor atividade fotossintética, com reflexos negativos no fornecimento de carboidratos para raízes e, conseqüentemente, menor viabilidade dos perfilhos (Fornasieri Filho e Fornasieri, 2006). O contrário foi observado nas parcelas submetidas as altas doses de N, em que, na época da colheita as plantas apresentavam com grande volume de matéria verde e a maioria dos perfilhos não apresentavam panículas. Segundo Larcher (2006), em concentração excessiva nas plantas, o nitrogênio provoca crescimento acentuado da parte aérea, desenvolvimento inadequado dos tecidos, fraco desenvolvimento radicular, adiantamento do desenvolvimento reprodutivo, além de aumentar a susceptibilidade ao ataque de fungos e insetos nocivos.

Dentre os componentes de produtividade avaliados neste estudo o número de panículas foi o que mais influenciou a produção de grãos. Apesar dos resultados não apresentarem diferenças significativas entre as cultivares, Fageria et al. (2007) afirmam que o número de panículas é características do genótipo, entretanto os mesmos relatam que a aplicação de dose adequada de nitrogênio pode aumentar o número de panículas.

As cultivares não diferiram entre si e não houve interação entre doses e cultivares quanto a eficiência de uso de nitrogênio. Nota-se na Tabela 1 que todas as eficiências diminuíram com o incremento nas doses de nitrogênio. Em média, pode-se observar que a eficiência agrônômica foi de aproximadamente 27 kg de grãos e 122 kg de matéria seca da parte aérea (grãos + palha) para cada 1 kg de N aplicado. A eficiência agrofisiológica apresentou média de 63 kg de grãos para cada 1 kg de N absorvido pela cultura.

Tabela 1- Eficiência do uso de nitrogênio em cultivares de arroz irrigado, sob cinco dosagens de nitrogênio.

Eficiência	Dose de nitrogênio (kg ha ⁻¹)					Média	r ²
	50	100	150	200	400		
	-----Eficiência de uso do nitrogênio-----						
Agrônômica (kg kg ⁻¹)	47,27	30,99	24,98	21,04	10,42	26,94	0,89**(L)
Fisiológica (kg kg ⁻¹)	210,73	126,57	122,73	93,35	56,07	121,89	0,76**(L)
Agrofisiológica (kg kg ⁻¹)	113,51	67,88	62,56	45,57	26,56	63,22	0,76**(L)
Recuperação	0,54	0,48	0,41	0,48	0,38	0,46	-

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

L: Efeitos de nitrogênio regressão linear simples.

A eficiência de recuperação varia de acordo com as propriedades do solo, época de aplicação e outras práticas de manejo da cultura do arroz. A média de recuperação de 0,46, obtida neste estudo esta dentro dos valores relatados por Yoshida (1981), em que, nas regiões dos trópicos a eficiência de recuperação na cultura do arroz fica entre 0,3 e 0,5. Trabalhando com 12 genótipos de arroz e cinco doses de N, Fageria et al. (2007) encontraram valores médios de eficiências: agrônômicas, fisiológicas, agrofisiológicas e recuperação de 19, 155, 77 e 0,29, respectivamente. A eficiência de utilização do N, na orizicultura é baixa, em decorrência das perdas por volatilização, imobilização, lixiviação e desnitrificação (Fageria et al., 2003).

As cultivares não diferiram quanto a produtividade de grãos. Quando se considerou a média das cultivares avaliadas, a resposta ao nitrogênio foi quadrática, atingindo a produtividade máxima econômica de 7980 kg ha⁻¹, na dose de 270 kg de N por hectare. Segundo Fageria et al. (1999), o modelo quadrático é o mais indicado para escolher a dose adequada.

A produtividade média geral das cultivares e das doses de N foi de 6130 kg ha⁻¹. Na dose zero de nitrogênio, observou-se produtividade superior a 3000 kg ha⁻¹, valor que aproxima de 70% da produtividade média de arroz irrigado no Estado do Tocantins. Diante dessas evidências e ao contrário do que se acredita, as cultivares melhoradas, ditas como modernas, com alta capacidade de rendimento, mesmo em condições de estresse nutricional, ainda tem potencial produtivo elevado.

CONCLUSÕES

Cultivares de arroz irrigado não necessitam receber doses diferenciadas de N para a produção de grãos.

Para maximizar economicamente a produção de arroz é necessário aplicar 270 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

É possível estimar a produtividade de grãos pela contagem do número de panículas.

Cultivares de arroz irrigado apresentam eficiência de 27 kg de grãos para cada kg de N aplicado.

LITERATURA CITADA

AGRIANUAL 2011. Anuário da Agricultura Brasileira. Arroz. São Paulo: FNP, 2011, p. 161-167.

ANDRADE, W.E.B.; AMORIM NETO, S.; FERNANDES, G.M.B.; OLIVEIRA, H.F. Épocas de aplicação de nitrogênio em cultivares de arroz irrigado na Região Norte Fluminense. *Lavoura Arrozeira*, v.45, p.14-17, 1992.

CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2014/2015. 6º Levantamento. 2015, 53p.

FAGERIA, N.K.; STONE, L.F. & SANTOS, A.B. Maximização da eficiência de produção das culturas. Brasília, Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 294p.

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. Lowland rice response to nitrogen fertilization. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* v.32, p.1405-1429, 2001.

FAGERIA, N.K.; SANTOS, A.B.; CUTRIM, V.A. Produtividade de arroz irrigado e eficiência de uso do nitrogênio influenciadas pela fertilização nitrogenada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, p. 1029-1034, 2007.

FAGERIA, N.K.; SLATON, N.A.; BALIGAR, V.C. Nutrient management for improving lowland rice productivity and sustainability. *Advances in Agronomy*, v.80, p.63-152, 2003.

FLOSS, E.L. Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que se vê. 4.ed. rev. Passo Fundo: UPF, 2008. 733p.

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J.L. Manual da cultura do arroz. Jaboticabal: FUNEP, 2006.

FREITAS, J.G.; AZZINI, L.E.; CANTARELLA, H.; BASTOS, C.R.; CASTRO, L.H.S.M.; GALLO, P.B.; FELICIO, J.C. Resposta de cultivares de arroz irrigado ao nitrogênio. *Scientia Agrícola*, v.58, n.3, p.573-579, 2001.

GALLOWAY, J.N.; TOWNSEND, A.R.; ERISMAN, J.W.; BEKUNDA, M.; CAI, Z.; FRENEY, J.R.; MARTINELLI, L.A.; SEITZINGER, S.P.; SUTTON, M.A. Transformation of the Nitrogen Cycle: Recent Trends, Questions, and Potential Solutions. *Science*, v.320, p.889-892, 2008.

HERNANDES, A.; et al. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em cultivares de arroz. *Ciência e Agrotecnologia*. [online]. 2010, vol.34, n.2, p.307-312.

KISCHEL, E.; FIDELIS, R.R.; SANTOS, M.M.; BRANDAO, D.R.; CANCELLIER, E.L.;

NASCIMENTO, I.R. Efeito do Nitrogênio em genótipos de arroz cultivados em várzea úmida do Estado do Tocantins. *Revista Ceres, Viçosa*, v.58, n.1, p.84-89, 2011.

LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. Editora RiMa, São Carlos, 550p. 2006.

YOSHIDA, S. *Fundamentals of rice crop science*. Manila: IRRI, 1981. 269p.

VALIDAÇÃO DO MÉTODO DE GRAUS-DIA PARA ESTIMAR A DATA DE OCORRÊNCIA DOS PRINCIPAIS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO

Silvio Steinmetz¹; Thais F. S. de Freitas²; Augusto Kalsing³; Sintia da C. Trojan⁴; Geison F. Leonetti⁵

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., soma térmica, temperatura do ar

INTRODUÇÃO

O conhecimento da época de ocorrência dos distintos estádios fenológicos da planta de arroz é de grande importância para o planejamento das práticas de manejo a serem usadas na lavoura. Dentre esses estádios, destacam-se o de quatro folhas (V4) - primeira adubação nitrogenada em cobertura e entrada definitiva da água de irrigação; diferenciação da panícula (R1) - segunda adubação nitrogenada em cobertura; da emissão da folha bandeira ou emborrachamento (R2) ao estágio de início de floração (R4) - elevação do nível da água para diminuir o efeito do frio e aplicação de fungicida para controle de brusone; início de maturação (R8) - indicativo de aproximação da colheita, e o de maturação completa (R9) - indicativo da época de colheita, que pode ser feita neste estágio ou um pouco antes (COUNCE et al., 2000; SOSBAI, 2007).

O problema é que a ocorrência desses estádios, em especial o de diferenciação da panícula (R1), é muito variável, por ser dependente da temperatura (STANSEL, 1975). Por isso, é preferível expressar-se o estágio R1 e os demais estádios de desenvolvimento da planta em dias, porém estimado por meio de graus-dia (GD), ou soma térmica, do que em número de dias do calendário (STRECK et al., 2006; STEINMETZ et al., 2010).

Baseando-se nesse princípio, Steinmetz et al. (2013b) estimaram a data de ocorrência dos principais estádios de desenvolvimento da planta, para seis subgrupos de cultivares, em 17 localidades do Rio Grande do Sul (RS), usando séries históricas (30 anos) de temperatura média diária do ar (Tm). Entretanto, para que se possa usar as datas estimadas desses estádios, baseadas nas séries históricas de Tm, auxiliando o produtor no planejamento e na tomada de decisão sobre a época de realizar as práticas de manejo, é necessário validar essas informações. Da mesma forma, é importante verificar como a data de ocorrência de cada um desses estádios, estimada com a Tm da série histórica, relaciona-se com a data estimada pela Tm do ano da safra.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho do método de graus-dia, usando séries históricas de temperatura média diária do ar (Tm) e dados de Tm do ano da safra, para estimar a data de ocorrência dos principais estádios de desenvolvimento da planta de arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

O desempenho do método de graus-dia para estimar a data de ocorrência de seis estádios (V4, R1, R2, R4, R8 e R9) de cultivares de arroz irrigado foi testado usando-se dados obtidos em experimentos bioclimáticos por meio de um projeto desenvolvido em parceria entre a Embrapa Clima Temperado e o Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA). Os experimentos foram conduzidos nas estações experimentais do IRGA em Santa Vitória do Palmar, Cachoeirinha e Uruguaiana nas safras 2011/2012 e 2012/2013. Em cada safra e

¹ Eng. Agrôn., Doutor, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, BR 392, Km 78, CEP 96001-970, Pelotas-RS, silvio.steinmetz@embrapa.br

² Eng. Agrôn., Mestre, ex-pesquisadora do Instituto Rio-Grandense do Arroz (IRGA)

³ Eng. Agrôn., Mestre, ex-pesquisador do Instituto Rio-Grandense do Arroz (IRGA)

⁴ Eng. Agrôn., ex-Responsável Técnico pela Estação Experimental do IRGA, Uruguaiana-RS

⁵ Eng. Agrôn., Responsável Técnico pela Estação Experimental do IRGA, Santa Vitória do Palmar-RS

local foram utilizadas sete épocas de semeadura, de início de setembro a meados de dezembro, e quatro cultivares de ciclos distintos, quais sejam: IRGA 421 (muito precoce), IRGA 417 (precoce), IRGA 424 (médio) e Epagri 109 (tardio).

A adubação de base foi aplicada na linha de semeadura e a de cobertura, parcelada, aplicando-se cerca de dois terços da dose entre os estádios V3 e V4, época de início da irrigação definitiva, e um terço no estádio de iniciação da panícula. A lâmina de irrigação foi mantida entre 5 e 7 cm. Os demais tratos culturais foram feitos de acordo com as recomendações técnicas da SOSBAI (2010).

Em cada época de semeadura foi escolhida uma repetição na qual foram marcadas 10 plantas para acompanhar a data de ocorrência dos principais estádios de desenvolvimento da planta de arroz, de acordo com a escala de Counce et al. (2000). As leituras foram feitas entre duas e três vezes na semana.

Utilizando-se a data de 50% de emergência de cada cultivar, em cada época, foi feita a previsão inicial (PI) da data de ocorrência de cada um dos seis estádios do subgrupo ao qual pertence a cultivar, utilizando o método de graus-dia e uma série de 30 anos de dados de temperatura média diária do ar (T_m). A previsão final (PF) da data de ocorrência de cada estádio foi feita considerando as exigências térmicas dos subgrupos das cultivares avaliadas e a T_m do ano da safra. Os dados de T_m foram obtidos junto ao 8º DISME/Inmet e à Fepagro.

Para avaliar o desempenho do método de graus-dia em estimar a data de ocorrência dos seis estádios, em dias após a emergência (DAE), estabeleceram-se equações de regressão entre as datas observadas na planta (DAE-Estádio/Real) e as datas estimadas pela série histórica de T_m da localidade (DAE-Estádio/PI), e as datas estimadas com os dados de T_m da safra (DAE-Estádio/PF).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise agrupada dos dados das três localidades, nas duas safras, indicou uma relação linear entre o número de dias após a emergência (DAE), estimado pelo método de graus-dia, e o DAE observado nos experimentos para atingir cada um dos estádios estudados. Em geral, os coeficientes de determinação (R^2) são mais elevados quando se considera os dados de T_m do ano da safra, o que já foi observado por Steinmetz et al. (2013a), na validação do estádio R1 em condições de lavoura (Tabela 1). A Figura 1 ilustra isso para o estádio de emborrachamento (R2), dos subgrupos muito precoce e precoce, indicando uma relação linear entre as variáveis DAE-R2/Real, tanto com DAE-R2/PI (Figura 1a) como com DAE-R2/PF (Figura 1b).

Quando se considera a linha de tendência da regressão linear em relação a linha 1:1 (linha pontilhada) (Figura 1a), verifica-se que os desvios são menores nas faixas iniciais de DAE (50-60) e maiores nas faixas finais de DAE (80-90). Esses resultados sugerem que o uso do método de graus-dia para estimar a data de R2 (R2/PI) dá resultados melhores para a cultivar de ciclo muito precoce (IRGA 421) do que para a de ciclo precoce (IRGA 417). Resultados semelhantes foram obtidos, para o estádio R1, em condições de lavoura, para cultivares de ciclo médio (STEINMETZ et al., 2013a).

A Figura 2 também indica, para os subgrupos médio e tardio, uma relação linear entre as variáveis DAE-R2/Real, tanto com DAE-R2/PI (Figura 2a) como com DAE-R2/PF (Figura 2b). Entretanto, nesse caso, a linha de tendência da regressão linear está muito próxima da linha 1:1 (linha pontilhada), em toda a faixa de DAE, indicando que o método de graus-dia estima de forma semelhante tanto para a cultivar de ciclo médio (IRGA 424) como para a cultivar de ciclo tardio (Epagri 109).

Os resultados deste trabalho serão úteis para corrigir as estimativas do programa GD Arroz, para os principais estádios de desenvolvimento da planta, que deverá ser lançado no IX Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, fazendo com que essas estimativas sejam o mais próximo possível do que ocorre na lavoura.

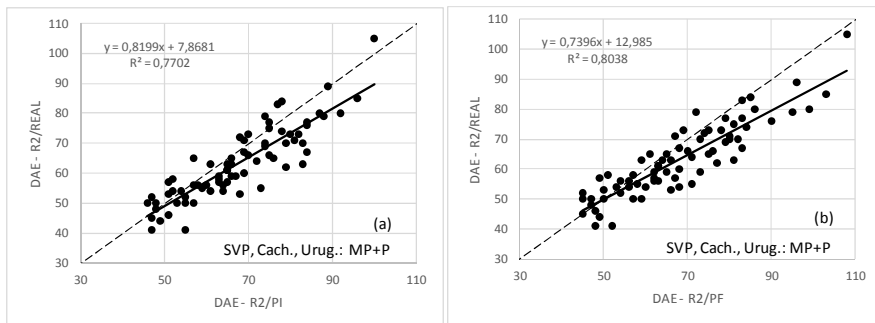


Figura 1. Relação entre o estágio de emborrachamento (R2) estimado pela método de graus-dia usando séries históricas de temperatura média diária do ar-Tm (R2/PI) (a) e dados de Tm do ano da safra (R2/PF) (b), e medida em experimentos de campo (R2/Real), expressas em dias após a emergência (DAE), agrupando-se duas safras (2011/2012 e 2012/2013), três localidades (Santa Vitória do Palmar (SVP), Cachoeirinha (Cach.) e Uruguiana (Urug.)) e cultivares de ciclos muito precoce e precoce (MP+P).

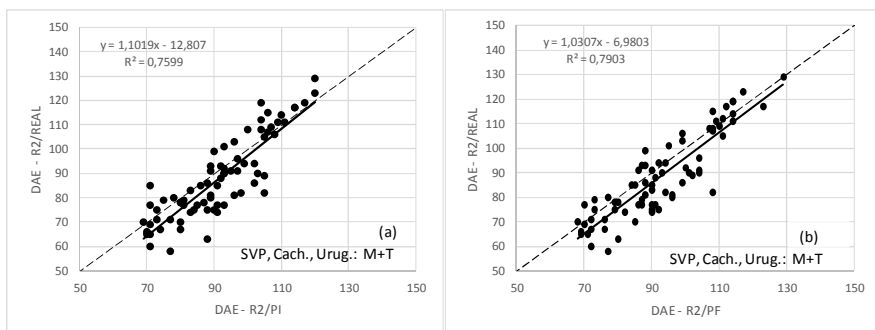


Figura 2. Relação entre o estágio de emborrachamento (R2) estimado pela método de graus-dia usando séries históricas de temperatura média diária do ar-Tm (R2/PI) (a) e dados de Tm do ano da safra (R2/PF) (b), e medida em experimentos de campo (R2/Real), expressas em dias após a emergência (DAE), agrupando-se duas safras (2011/2012 e 2012/2013), três localidades (Santa Vitória do Palmar (SVP), Cachoeirinha (Cach.) e Uruguiana (Urug.)) e cultivares de ciclos médio e tardio (M+T).

CONCLUSÃO

O método de graus-dia, utilizando séries históricas de temperatura média diária do ar (Tm) permite estimar, com grau razoável de acurácia, a data de ocorrência de seis importantes estádios de desenvolvimento de subgrupos de cultivares de arroz irrigado. O desempenho do método usando-se a Tm diária do ano da safra foi melhor do que usando-se a Tm diária de séries históricas (30 anos).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FEPAGRO e ao 8º DISME/INMET pela cedência dos dados meteorológicos e ao Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), pela colaboração na obtenção dos dados relatados neste trabalho. Os autores agradecem, também, aos

seguintes estagiários/bolsistas da Embrapa e/ou IRGA, pela ajuda na obtenção dos dados: Luciano C. Rodrigues, Ângelo D. Mendonça, Jéssica A. de Abreu, Marcos V.P. Alves e Joaquim F. Rodrigues.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 2, p. 436-443, Mar./Apr. 2000.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado**: recomendações técnicas de pesquisa para o Sul do Brasil. Pelotas: SOSBAI, 2007. 154p.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado**: recomendações técnicas de pesquisa para o Sul do Brasil. Bento Gonçalves: SOSBAI, 2010. 188p.
- STANSEL, J.W. **The rice plant – its development and yield**. In: SIX DECADES OF RICE RESEARCH IN TEXAS. Beaumont: Texas Agricultural Experiment Station, 1975. P.9-21.
- STEINMETZ, S. et al. **Uso de graus-dia para estimar a data de diferenciação da panícula (DP) de seis subgrupos de cultivares de arroz irrigado visando à adubação nitrogenada em cobertura no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 75p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 121).
- STEINMETZ, S. et al. **Validação do método de graus-dia para estimar a data de diferenciação da panícula de cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul**. Parte 1: versão resumida. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013a. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 197).
- STEINMETZ, S. et al. **Uso do método de graus-dia para estimar a data de ocorrência dos principais estádios de desenvolvimento de subgrupos de cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul**. Parte 1: versão resumida. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013b. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 205 – no prelo).
- STRECK, N.A. et al. Filocrono de genótipos de arroz irrigado em função de época de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 323-329, Mar.-Abr. 2006.

SEÇÃO 3 - MANEJO DE DOENÇAS

AValiação DA EFICIÊNCIA DE FUNGICIDAS PARA O CONTROLE DE MANCHA-PARDA NA CULTURA DO ARROZ-IRRIGADO.

Sandriane Neves Rodrigues¹, Danie Martini Sanchotene², Paulo Pasinato³, Tassiane Bolzan Morais⁴, Alessandra Breitenbach⁵, Matheus BohrerScherer⁶

Palavras-chaves: praticabilidade, fitotoxicidade, *Bipolaris oryzae*, *Oryza sativa*.

INTRODUÇÃO

Segundo a Food and Agriculture Organization - FAO (2006) o arroz (*Oryza sativa*) é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, caracterizando-se como principal alimento para mais da metade da população mundial.

A cadeia do arroz, atualmente, se configura como uma das mais importantes para o agronegócio brasileiro visto ser um produto de elevado consumo interno e representa um volume expressivo da produção de grãos no país (ZAMBERLAN E SONAGLIO, 2011).

A produtividade da cultura do arroz é afetada por diversos fatores, sendo as doenças fúngicas responsáveis por danos variáveis entre 20 e 50% na produtividade das lavouras de arroz no Rio Grande do Sul (BALARDIN & BORIN, 2001).

A mancha parda, causada pelo fungo *Bipolaris oryzae* (Breda de Hann) Shoemaker, pode se manifestar desde a fase vegetativa onde ataca folhas, reduzindo a área fotossintética e/ou na fase reprodutiva se estabelecendo nas glumas, reduzindo em até 30% amassa de grãos e 22% o número de grãos por panícula (SANTOS et al., 2011).

Os sintomas nas folhas ocorrem como manchas ovais de cor marrom com centro acinzentado, além de provocar grãos com chochamento e perda de qualidade por causa do gessamento e coloração escura (PRABHU e FILIPPI, 1997) e podendo também, reduzir a emergência em razão da morte de plântulas.

A aplicação de fungicidas de parte aérea tem-se mostrado medida eficaz para controle dessas doenças (Dallagnolet al., 2006; Celmer et al., 2007). O controle químico com fungicidas tem sido uma das formas mais viáveis para garantir o potencial produtivo da cultura de arroz, atendendo assim a demanda da agricultura moderna.

Por esse motivo, o objetivo deste trabalho visa encontrar a dose ideal e melhor de um destes fungicidas para o controle de *Bipolaris oryzae* minimizando os danos causados a cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi Conduzido no município de Itaqui-RS, no período de novembro a abril de 2015. A cultura do arroz foi semeada em 28/11/2014, utilizando a cultivar Guri Inta CL, com densidade de semeadura de 100 kg ha⁻¹ e espaçamento entre linhas de 0,17m. A adubação de base corresponde à aplicação de 320 kg ha⁻¹ da fórmula 05-20-20. A adubação de cobertura com 200 Kg ha⁻¹ de uréia (46-00-00), parcelado com 120 Kg ha⁻¹ no perfilhamento e 80 Kg ha⁻¹ na diferenciação do primórdio floral. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com cincotratamentos e quatro repetições. A unidade experimental foi constituída de parcelas com 3,0 metros de largura e 6 de metros de comprimento (18 m²). Os tratamentos utilizados estão descritos na tabela1.

¹Aluna de pós-graduação em Agrobiologia UFSM-SM- Rua das Magnólias, 139, Santa Maria, RS/ sandrinevesro@hotmail.com

²Professor Doutor na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai – URI/Santiago.

³Pesquisador da Empresa Arysta.

⁴Aluna de pós-graduação em Engenharia Agrícola, UFSM-SM.

⁵Aluna de graduação do curso de Engenharia Ambiental, UNIFRA-SM

⁶Aluno de pós-graduação em Agrobiologia, UFSM-SM.

Tabela 1: Descrição dos tratamentos.

Tratamentos	Ingrediente Ativo	Concentração do i.a (g L ⁻¹ ou g Kg ⁻¹)
Testemunha	-	-----
Kasumim+Eminent	Casugamicina + Tetraconazole	20 + 125
Kasumim+Eminent	Casugamicina + Tetraconazole	20 + 125
Bim + Alterne	Triciclazol + Tebuconazol	750 + 200
Score + Priori	Difenconazol + Azoxistrobina	250 + 250

Foram realizadas duas aplicações contemplando um programa de manejo para a doença, sendo a primeira aplicação a cultura encontrava-se no estágio de emborrachamento e a segunda foi realizada 15 dias após a primeira. As aplicações foram realizadas nos dias 12/02/2015 e 27/02/2015, respectivamente. Para realizar as aplicações dos fungicidas, utilizou-se um pulverizador costal de precisão, munido de seis pontas do tipo Teejet 110.02, calibrado para uma vazão de 200 L ha⁻¹.

As avaliações foram realizadas aos 07 DA1A (Dias Após a Primeira Aplicação) e 07, 14, 21, 28 e 35 DA2A (Dias Após Segunda Aplicação). Para fins de avaliações utilizou-se a escala diagramática proposta por Azevedo (1998) e para avaliação da eficiência agrônômica para controle de *Bipolaris oryzae* na cultura do arroz irrigado, utilizou-se a fórmula de Abbott (1925) calculando-se a AACPD (área abaixo da curva de progresso da doença).

A avaliação da praticabilidade agrônômica dos tratamentos sobre a cultura consistiu em uma avaliação visual dos sintomas fitotóxicos sobre as plantas através do Modelo de Escala Conceitual da European Weed Research Community - EWRC, definindo através de observações visuais escalas de injúrias, onde se considerou nota 1 para as plantas que não apresentaram nenhum sintoma fitotóxico e 9 para as plantas com severos sintomas causados pelos tratamentos fungicidas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os dados apresentados nas Tabelas 2 e 3, infere-se que os tratamentos Kasumin + Eminent na dose (1,0 + 0,4 L.ha⁻¹) e o tratamento Bim + Alterne (0,3+ 0,75 L.ha⁻¹) apresentaram controle eficientes (igual ou superior a 80%) até 14 DA2A (dias após a segunda aplicação), com média de 83,1% e 81,8% de controle respectivamente. O tratamento Kasumin + Eminent na dose (1,50 + 0,6 L.ha⁻¹), apresentou controle eficiente (igual ou superior a 80%) até 21DA2A (Dias Após a Segunda Aplicação), com média de 84,8% de controle.

Para o tratamento Score + Priori (0,4 + 0,2 L.ha⁻¹) infere-se que apresentou controle até os 07DA2A (Dias Após a Segunda Avaliação) com média de 83,8% de controle.

De acordo com dados obtidos com o cálculo da AACPD (Tabela 3), observou-se que o tratamento Kasumin + Eminent na dose (1,50 + 0,6 L.ha⁻¹) obteve controle eficiente (igual ou superior a 80%) para *Bipolares oryzae* (mancha parda) com média de 85,4% de controle, não diferenciando-se estatisticamente dos demais tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A Tabela 4 apresenta dados médios de fitotoxicidade causada pela aplicação dos tratamentos fungicidas sobre a cultura do arroz irrigado. A partir da análise desta tabela, verifica-se que não foram visualizados possíveis efeitos fitotóxicos sobre as plantas de arroz-irrigado, cultivar Guri Intá CL. Analisando a produtividade (Kg. ha⁻¹) verificou-se diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, onde o tratamento Kasumin + Eminent na dose (1,50 + 0,6 L.ha⁻¹) foi superior aos demais tratamentos, obtendo maior produtividade e quando comparado com a testemunha nota-se que obteve diferença de 295 Kg.ha⁻¹, totalizando 5,9 sacas. ha⁻¹. Resultados que podem estar relacionados à eficiência dos tratamentos fungicidas para o controle da mancha parda no arroz irrigado, resultados semelhantes foram obtidos por Celmer et al. 2007, onde destacou-se que O

controle químico pode ser considerado estratégia essencial de manejo na cultura do arroz irrigado, para a maximização do ganho no rendimento.

Tabela 2. Avaliação da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) e severidade para *Bipolaris oryzae* na cultura do arroz-irrigado. Itaquí - RS 2015.

Tratamentos ¹	Dose L ou kg/ha	Porcentagem de severidade ² (%)					
		07 DA1A ³	Abbott	07 DA2A ³	Abbott	14 DA2A	Abbott
1. Testemunha	-	3,9a ⁴	0,0	4,18a	0,0	4,53a	0,0
2. Kasumin+ Eminent	1,00 + 0,4	0,4b	90,3	0,7b	83,2	0,76b	83,1
3. Kasumin + Eminent	1,50 + 0,6	0,3b	93,5	0,43b	89,8	0,54b	88,1
4.Score + Priori	0,4 + 0,2	0,48b	87,7	0,68b	83,8	0,93b	79,6
5. Bim + Alterne	0,3 + 0,75	0,33b	91,6	0,55b	86,8	0,83b	81,8
CV (%)	--	26,32	-	23,75	-	19,00	-

¹Tratamentos Fungicidas aplicados.

² Em relação à área foliar atacada no terço médio e superior da planta

³Dias Após as Aplicações dos tratamentos.

⁴Médias não seguidas pelas mesmas letras nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro

Tabela 3. Avaliação da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) e severidade para *Bipolaris oryzae* na cultura do arroz-irrigado. Itaquí - RS 2015.

Tratamentos ¹	Dose L ou kg/ha	Porcentagem de severidade ² (%)						AACPD	
		21 DA2A	Abbott t	28 DA2A	Abbott t	35 DA2A	Abbott t	Média	Abbott
1. Test.	-	5,03a	0,0	5,6a	0,0	5,98a	0,0	39,05a	0,0
2. Kasumin + Eminent	1,00 + 0,4	1,05b	79,1	1,35b	75,9	1,80b	69,9	8,3a	78,7
3. Kasumin + Eminent	1,50 + 0,6	0,76b	84,8	0,95b	71,4	1,15b	80,8	5,69a	85,4
4.Score + Priori	0,4 + 0,2	1,35b	73,1	1,60b	71,4	1,8b	69,9	9,54a	75,6
5. Bim + Alterne	0,3 + 0,75	1,18b	76,6	1,30b	76,8	1,35b	77,4	8,0a	79,7
CV (%)	--	15,52	-	17,97	-	16,87	-	198,68	-

¹Tratamentos Fungicidas aplicados.

² Em relação à área foliar atacada no terço médio e superior da planta

³Dias Após as Aplicações dos tratamentos.

⁴Médias não seguidas pelas mesmas letras nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 4. Fitotoxicidade ocasionada pela aplicação dos tratamentos fungicidas e produtividade da cultura do arroz-irrigado. Itaqui - RS 2015.

Tratamentos ¹	Dose L ou Kg/ha	% Fitotoxicidade ³		Produtividade (kg.ha ⁻¹)
		7DA1A ²	7DA2A	
1. Testemunha	-	1 ⁴	1	6972,5b
2. Kasumin + Eminent	1,0 + 0,4	1	1	7025b
3. Kasumin + Eminent	1,5 + 0,6	1	1	7267,5a
4. Score + Priori	0,4 + 0,2	1	1	7062,5b
5. Bim + Alterne	0,3 + 0,75	1	1	7100b
CV (%)	--	--	--	0,9

¹Tratamentos Fungicidas aplicados.

²Dias Após Aplicação dos tratamentos.

³Fitotoxicidade ocasionada pela aplicação dos Fungicidas (escala EWRC 1-9).

⁴Baseando-se na avaliação de dez plantas por parcela, considerando plantas sem nenhum sintoma.

CONCLUSÃO

Com os dados obtidos no experimento, conclui-se que a aplicação de fungicidas é eficiente e devem ser consideradas aplicações nesse estágio que a cultura se encontra, no caso, emborrachamento, onde houve controle igual ou superior a 80% da doença até 21DA2A com o tratamento Kasumin + Eminent na dose (1,5 + 0,6 L.ha⁻¹) quando realizadas duas aplicações na cultura do arroz irrigado. Observa-se também a importância do controle da doença que se reflete na boa produtividade da cultura.

Nas condições de campo que submeteu-se o experimento verificou-se que todos os tratamentos fungicidas avaliados não apresentaram fitotoxicidade à cultura do arroz-irrigado, cultivar Guri Intá CL.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, W.S., A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Riverside, v.18, p. 265-267. 1925.
- BALARDIN, R. S.; BORIN, R. C. Doenças na cultura do arroz irrigado. Santa Maria: UFSM, 2001. 48 p.
- DALLAGNOL, L. J.; NAVARINI, L.; BALARDIN, R. S.; GONSENHEIMER, A.; MAFFINI, A. A. Dano das doenças foliares na cultura do arroz irrigado e eficiência de controle dos fungicidas. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, p.313-318, 2006.
- CELMER, A. et al. Controle químico de doenças foliares na cultura do arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.901-904, 2007.
- EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL – EWRC. Report of the 3rd, and 4th meetings of EWRC. Comité de methods in Weed Research. **Weed Res.**, v. 4, p. 88, 1964.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistical databases. Acessado em 15 maio. 2015. Online. Disponível na Internet: <http://www.fao.org>.
- PRABHU, A.S.; FILIPPI, M.C. Arroz (*Oryza sativa* L.) Controle de doenças. In: VALE, F.X.R.; ZAMBOLIN, L. Controle de doenças de plantas: grandes culturas. Viçosa: **Universidade Federal de Viçosa**, 1997. v.1, p.51-79.
- SANTOS, G. R. et al. Danos causados por doenças fúngicas no arroz cultivado em áreas de várzea no Sul do estado do Tocantins. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.4, p869-875, 2011
- ZAMBERLAN, C.O.; SONAGLIO, C.M. A produção orizícola brasileira a partir da década de 1990: evolução e perspectivas econômicas. **Qualistas Revista Eletronica**. Vol.1, nº 4280, 2011.

AVALIAÇÃO DA REAÇÃO À BRUSONE NAS FOLHAS E PANÍCULAS EM GENÓTIPOS INTEGRANTES DO PROGRAMA DE MELHORAMENTO DO IRGA NA SAFRA 2014/2015

Cláudio Ogoshi¹; Guilherme Roberto Gross²; Paulo Rodrigo da Silva Freitas².

Palavras-chave: *Magnaporthe oryzae*, Hot Spot, Resistência.

INTRODUÇÃO

Os programas de melhoramento de arroz das instituições de pesquisas nacionais e internacionais tem como um dos principais objetivo a resistência a brusone, cujo agente etiológico é o fungo *Pyricularia oryzae* (Cavara); *Magnaporthe oryzae* B. Couch – forma perfeita. Isto se justifica pelo fato de que esta doença é a mais importante da cultura sendo um dos fatores limitantes da produtividade. Os danos à produção podem chegar a 100 %, dependendo da resistência genética da cultivar utilizada, da época de plantio e das condições climáticas (PRABHU et al., 2002). Assim, o uso da resistência genética é considerada o método mais econômico e ecologicamente correto para minimizar as perdas causadas pela doença.

A principal estratégia utilizada pelo programa de melhoramento genético do IRGA tem sido a avaliação de linhagens e genótipos promissores em condições de alta pressão de inóculo do fungo, sendo esta a principal característica do método denominado “hot spot” (CORREA-VICTORIA & ZEIGLER, 1993). Neste método, são feitas várias avaliações durante o ciclo da cultura, o que permite que a resistência das plantas se manifeste de forma completa e todas as raças fisiológicas do patógeno ocorrentes no local atuem sobre todos os genótipos em todas as fases de desenvolvimento da cultura.

Assim, este trabalho teve como objetivos, avaliar a reação dos genótipos de arroz do Programa de Melhoramento Genético do IRGA à *P. oryzae* e identificar genitores para resistência à brusone.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado e conduzido em uma área experimental na localidade de Areia Grande, em Torres-RS. As bordaduras foram semeadas manualmente no dia 25 de novembro de 2014, sendo formadas por uma mistura de 15 cultivares suscetíveis em faixas transversais às linhas das futuras parcelas, tendo um metro de largura e distanciadas de 3,20 m entre si. As sementes foram misturadas homogeneamente na proporção de 19% para a cultivar altamente suscetível Fanny e 9% para as demais, utilizando-se densidade de 500 Kg.ha⁻¹.

No dia 12 de dezembro foram semeadas, com semeadora mecânica, as parcelas com o material genético em avaliação, formadas por uma linha de três metros de comprimento e distanciadas de 0,30 m e na densidade de 1 g por metro linear. Ao todo, foram semeados 5433 genótipos distintos, dos quais 963 foram repetidos uma vez em duas repetições e 312 foram usados como testemunhas, totalizando 6708 linhas avaliadas.

A adubação de base foi realizada no dia 25 de novembro de 2014 com 500 Kg.ha⁻¹ de fertilizante NPK da fórmula 4-14-8, incorporada com grade de discos em toda a área, por ocasião da semeadura das bordaduras. A adubação de cobertura foi escalonada. Nas bordaduras foram aplicados 250 Kg.ha⁻¹ de N, divididos em duas aplicações de 100 Kg.ha⁻¹ e uma de 50 Kg.ha⁻¹. Nas parcelas, utilizou-se 250 kg de N.ha⁻¹, divididos em duas aplicações em cobertura de 100 kg.ha⁻¹.

A inoculação da suspensão de esporos de *Pyricularia oryzae* nas bordaduras ocorreu no dia 15 de dezembro de 2014 com uma mistura de quinze isolados na

¹ Eng. Agr. Dr. Cláudio Ogoshi, Instituto Rio Grandense do Arroz, Av. Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494, CEP: 94930030- Cachoeirinha-RS, claudio-ogoshi@irga.rs.gov.br

² Técnico Agrícola, Instituto Rio Grandense do Arroz

concentração de $1,2 \times 10^5$ esporos/mL. O controle de invasoras foi realizado, pela aplicação dos produtos Ricer ($0,2 \text{ L.ha}^{-1}$), Clincher ($1,5 \text{ L.ha}^{-1}$) e óleo mineral (1 L.ha^{-1}). A avaliação da reação à brusone nas folhas foi realizada durante o período de 09 a 13 de fevereiro. Nas panículas, em função dos diferentes ciclos de desenvolvimento dos genótipos, houve três avaliações, nos dias: 03 de março, 24 a 26 de março, e a última avaliação de 28 a 30 de abril. Para esta atividade, utilizaram-se as escalas de avaliações do IRRRI (1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As avaliações obtidas neste experimento para as folhas e para as panículas estão apresentadas nas Tabelas 1 a 4. O presente trabalho foi bem sucedido, pois as testemunhas suscetíveis apresentaram reações de suscetibilidade e as testemunhas resistentes apresentaram reações de resistência, tanto nas folhas quanto nas panículas, permitindo assim a avaliação da reação à brusone nos genótipos integrantes do Programa de Melhoramento Genético do IRGA.

Dentre os genótipos das gerações F3, F4 e F5 a maioria se mostrou resistentes nas folhas e nas panículas. A geração F3 apresentou 94% dos genótipos resistentes nas folhas e 56% resistentes nas panículas (Tabela 1), mostrando que a escolha dos genitores para a realização dos cruzamentos está sendo feita de modo satisfatório, pois é a partir desta geração que é feita a seleção para avaliar a reação à brusone. Quanto aos genótipos da geração F5, 91,62% e 70,38% dos genótipos testados foram resistentes nas folhas e nas panículas respectivamente, fato que demonstra a eficiência do programa de melhoramento genético do arroz do IRGA visando à obtenção de genótipos resistentes à brusone.

Tabela 1. Reação à brusone nas folhas e nas panículas dos genótipos das gerações F3, F4 e F5 avaliados pelo Programa de Melhoramento do IRGA, safra 2014/2015 em Torres-RS.

	F3		F4		F5	
Reação	Folha (%)	Panícula (%)	Folha (%)	Panícula (%)	Folha (%)	Panícula (%)
Resistente	94,39	56,07	70,02	51,80	91,62	70,38
Moder. Resistente	3,97	20,68	7,78	14,23	4,96	18,23
Moder. Suscetível	0,82	13,43	7,59	9,87	1,06	7,00
Suscetível	0,70	9,70	5,12	14,61	1,79	3,82
Populações Avaliadas	1038		528		229	

As notas seguiu a escala preconizada pelo IRRRI (1996), sendo para as folhas 0,1,2 e 3 = Resistente; 4 e 5 = Moderadamente Resistente; 6 e 7 = Moderadamente Suscetível; 8 e 9 = Suscetível. Para as panículas 0 e 1 = Resistentes; 3 = Moderadamente resistentes; 5 e 7 = moderadamente suscetível e 9 = Suscetível. Sementes não germinadas completam 100%.

Outros resultados relevantes demonstram que a maioria dos genótipos que estão na fase final de avaliação e os que fazem parte dos Ensaios de Rendimento apresentaram reações de resistência à brusone nas folhas, acima de 85%. Porém, somente 47,73% (Preliminar), 23,88% (Avançado), 47,46% (VCU Precoce) e 57,14% (VCU Médio) dos genótipos avaliados foram resistentes nas panículas conforme indicado na Tabela 2. Estes resultados nas panículas não eram esperados já que os genótipos dessas gerações passaram por avaliações no viveiro por muitos anos, indicando que a resistência destes materiais pode ter sido superada nesta safra 2014/2015 e devem ser retirados do programa.

Nesta safra, o grupo de genótipos resistentes aos herbicidas do grupo das Imidazolinonas (RI), foi formado pelas gerações Avançado RI e Segregantes RI. Observa-se que nos dois grupos a maioria dos genótipos foram resistentes nas folhas (Tabela 3). Entretanto, o mesmo não foi observado nas panículas, representado por apenas 48% e

21,21% dos genótipos resistentes. Quando se considera os genótipos resistentes e moderadamente resistentes para as panículas, o grupo avançado RI totalizou 64 % dos genótipos e para o grupo segregantes RI 54,54%, isso é relevante, pois num programa de melhoramento genético de plantas que visa à obtenção de materiais resistentes a doenças os genótipos classificados como moderadamente resistentes também são importantes e podem ser incluídos no manejo integrado de doenças, pois conseguem obter uma produção satisfatória com a redução da taxa de progresso das mesmas.

Tabela 2. Reação à brusone nas folhas e nas panículas dos genótipos dos grupos preliminar, avançado, VCU precoce e VCU médio avaliados pelo Programa de Melhoramento do IRGA, safra 2014/2015 em Torres-RS.

Reação	Preliminar		Avançado		VCU Precoce		VCU Médio	
	Folha (%)	Panicula (%)	Folha (%)	Panicula (%)	Folha (%)	Panicula (%)	Folha (%)	Panicula (%)
Resistente	85,61	47,73	88,06	23,88	86,44	47,46	92,85	57,14
M. Resistente	4,55	22,73	7,46	19,40	6,78	11,86	0,00	7,14
M. Suscetível	6,06	16,67	0,00	25,37	3,39	13,56	7,14	14,29
Suscetível	3,79	12,88	4,48	31,34	1,69	25,42	0,00	21,43
Populações Avariadas	137		72		62		22	

As notas foram estabelecidas conforme a escala preconizada pelo IRRRI (1996), sendo para as folhas 0,1,2 e 3 = Resistente; 4 e 5 = Moderadamente Resistente; 6 e 7 = Moderadamente Suscetível; 8 e 9 = Suscetível. Para as panículas 0 e 1= Resistentes; 3= Moderadamente resistentes; 5 e 7= moderadamente suscetível e 9= Suscetível. Sementes não germinadas completam 100%.

Quanto aos genótipos introduzidos pelo FLAR (Fundo Latino Americano de Arroz de Riego) que foi formado pelos grupos FLAR e FLAR-Pyri, que como já esperado, destacou-se pelo bom desempenho, apresentando genótipos com resistência nas folhas de 97,99 e 75,23%, e para as panículas, 91,46 e 68,20 respectivamente. Diante disso, observa-se que estes grupos de genótipos oferecem aos melhoristas do IRGA boas opções para futuros cruzamentos visando resistência à brusone.

Tabela 3. Reação à brusone nas folhas e nas panículas do grupo de genótipos resistentes à Imidazolinonas (Avançado RI e Segregantes RI) e do Fundo Latino Americano de Arroz de Riego (FLAR e FLAR Pyri) avaliados pelo Programa de Melhoramento do IRGA, safra 2014/2015 em Torres-RS

Reação	Avançado RI		Segregantes RI		FLAR		FLAR Pyri	
	Folha (%)	Panicula (%)	Folha (%)	Panicula (%)	Folha (%)	Panicula (%)	Folha (%)	Panicula (%)
Resistente	84,00	48,00	75,76	21,21	97,99	91,46	75,23	68,20
Mod. Resistente	12,00	16,00	6,06	33,33	1,01	6,03	17,74	14,68
Mod. Suscetível	0,00	12,00	15,15	27,27	0,50	1,51	5,20	8,87
Suscetível	4,00	24,00	3,03	18,18	0,00	0,50	1,83	8,26
Populações Avariadas	28		33		199		699	

As notas foram estabelecidas conforme a escala preconizada pelo IRRRI (1996), sendo para as folhas 0,1,2 e 3 = Resistente; 4 e 5 = Moderadamente Resistente; 6 e 7 = Moderadamente Suscetível; 8 e 9 = Suscetível. Para as panículas 0 e 1= Resistentes; 3= Moderadamente resistentes; 5 e 7= moderadamente suscetível e 9= Suscetível. Sementes não germinadas completam 100%.

Para os genótipos do grupo da seleção recorrente, 85,03% foram resistentes e

moderadamente resistentes à brusone nas folhas e 63,8% nas panículas (Tabela 4). Diante disso, ressalta-se que o programa de seleção recorrente do IRGA está tendo sucesso na incorporação de genes de resistência à brusone em diferentes genótipos, os quais poderão fazer parte do melhoramento convencional visando à disponibilização de cultivares superiores de arroz aos produtores rurais.

Em relação aos genótipos do grupo “Híbridos”, 73,9% foram resistentes e moderadamente resistentes à brusone nas folhas e somente 41,83% nas panículas, com somente 28,5% dos genótipos resistentes (Tabela 4). Entretanto é importante destacar a evolução do programa de melhoramento genético dos Híbridos do IRGA visando resistência à brusone, pois na safra 2012/2013, 82,39% dos genótipos avaliados foram suscetíveis à doença.

Dentre os genótipos pertencentes ao grupo de Santa Vitória do Palmar, que são selecionados neste local visando resistência ao frio, 80,23% foram resistentes nas folhas e 58,31% foram resistentes ou moderadamente resistentes nas panículas (Tabela 4). Sendo assim, apesar destes genótipos serem selecionados em condições climáticas que não são favoráveis à brusone, apresentaram boa resistência à doença.

Tabela 4. Reação à brusone nas folhas e nas panículas dos genótipos do grupo Seleção Recorrente, Híbridos e Santa Vitoria do Palmar, avaliados na safra 2014/2015.

Reação	Seleção Recorrente		Híbridos		Santa Vitoria do Palmar	
	Folha (%)	Panicula (%)	Folha (%)	Panicula (%)	Folha (%)	Panicula (%)
Resistente	68,33	50,36	52,37	28,55	80,23	45,85
Moder. Resistente	16,73	13,52	21,53	13,28	11,60	12,46
Moder. Suscetível	7,47	15,48	12,82	12,06	2,87	14,04
Suscetível	6,76	18,51	12,98	45,65	2,29	24,07
Populações Avaliadas	562		655		699	

As notas foram estabelecidas conforme a escala preconizada pelo IRRI (1996), sendo para as folhas 0,1,2 e 3 = Resistente; 4 e 5 = Moderadamente Resistente; 6 e 7 = Moderadamente Suscetível; 8 e 9 = Suscetível. Para as panículas 0 e 1= Resistentes; 3= Moderadamente resistentes; 5 e 7= moderadamente suscetível e 9= Suscetível. Sementes não germinadas completam 100%.

CONCLUSÕES

O programa de avaliação da reação à brusone em genótipos integrantes do programa de melhoramento do IRGA na safra 2014/2015 apresentou resultados satisfatórios, tanto na avaliação e seleção de linhagens, quanto na identificação de genitores resistentes. Sendo assim, pode-se afirmar que o “método hot spot” está sendo eficiente para a identificação de genótipos resistentes e suscetíveis à brusone.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORREA-VICTORIA, F.J.; ZEIGLER, R.S. Pathogenic variability in *Pyricularia oryzae* at a rice blast “hot spot” breeding site in eastern Colombia. **Plant Disease**, 77: 1029-1035. 1993.

INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Standard evaluation system for rice**, 4 th Edition. Manila- Philippines, 1996.

PRABHU, A.S.; FILIPPI, M.C.; ARAÚJO, L.G.; FARIA, J.C. Pathotype diversity of *Pyricularia oryzae* from improved upland rice cultivars in experimental plots. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.27, n.5, p.468-473, 2002.

AValiação dos fungicidas no controle da brusone em arroz em sistema de irrigação por aspersão

Cley Donizeti Martins Nunes¹; José Maria Barbat Parfitt²; Ariano Martins de Magalhães Júnior³; Paulo Ricardo Reis Fagundes⁴; Ygor Suzbach Alves⁵

Palavras-chave: Pyricularia, produção, manejo, doença.

INTRODUÇÃO

O arroz é um alimento importante na dieta da população brasileira principalmente da classe menos favorecida. É caracterizado como produto de alta expressão socioeconômica, visto que, juntamente com o feijão, se constitui na base da alimentação nacional, fornecendo uma boa combinação de proteína vegetal e de carboidratos.

A cultura do arroz irrigado é um dos cultivos mais importantes para o estado do Rio Grande do Sul que produziu na safra 2014/2015, 8,6 milhões de toneladas, representando 68,8% da produção brasileira e alcançou a maior média de produtividade da história, 7.700 kg/ha, 6,3% maior do que a safra 2013/14. Os problemas enfrentados nesta safra foi o ataque de doenças (principalmente a brusone - *Pyricularia oryzae*) durante o ciclo da cultura, principalmente pelas condições climáticas durante o terço final do ciclo produtivo, bem como o aumento da área de cultivo com cultivares suscetíveis (CONAB, 2015).

Os prejuízos provocados pela brusone assumem posição de doença economicamente importante na cultura do arroz, que podem comprometer até 100% da produção em algumas lavouras, em anos em que as condições ambientais se mostram favoráveis a doença (NUNES et al., 2004). Neste caso, a estimativa de que cada 1% de severidade da brusone nas folhas e panículas, pode causar perdas de produtividade que variam de 2,7 a 1,5%, em cultivares de ciclo precoce e médio, respectivamente (PRABHU et al., 1989).

A brusone, causada pelo fungo *Pyricularia oryzae*, provoca os sintomas nas folhas, como manchas ovais, com bordos irregulares de cor marrom e com centro acinzentado, onde aparecem as frutificações do fungo. Nas cultivares muito suscetíveis, as manchas podem aparecer em maior número, unidas entre si, causando a morte de todo o tecido da folha e até mesmo da planta quando jovem e na fase adulta sob condições favoráveis, ocorre nos colmos e nas panículas, localizadas na região dos nós, na forma de anel circundante e tem coloração semelhante à observada nas folhas (NUNES, 2013).

Esta doença se manifesta em toda a parte aérea da planta, desde os estádios iniciais de desenvolvimento até a fase de produção de grãos. Entretanto, os sintomas são observados principalmente nas folhas no início do perfilhamento e nas panículas a partir do pleno florescimento.

O método mais viável de controle das doenças é o desenvolvimento de cultivares resistentes, por ser mais econômico e efetivo. No entanto o controle químico via aplicação de fungicidas de parte aérea, é citado por vários autores como uma das alternativas mais eficientes de controle na cultura do arroz irrigado.

O objetivo do presente trabalho foi verificar a eficácia agrônômica dos fungicidas comerciais no controle da brusone na cultivar de arroz irrigado Puitá INTA CL.

MATERIAL E MÉTODOS

¹ Engº Agrº, Dr. Embrapa Clima Temperado, Rod. BR 396, km 70, cx. Postal 403, CEP.: 96.001-970, Pelotas, RS.Email: cley.nunes@cpact.embrapa.br.

² Engº Agrº, Dr. Embrapa Clima Temperado.

³ Engº Agrº, Dr., Embrapa Clima Temperado.

⁴ Engº Agrº, Dr. Embrapa Clima Temperado.

⁵ Acadêmico da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPel.

O trabalho foi conduzido na área da Estação Terras Baixas, da Embrapa Clima Temperado em planossolo hidromórfico, no ano agrícola 2014/2015, no município do Capão do Leão, RS. Esse solo tem como características a deficiência da drenagem natural, baixa capacidade de armazenamento de água, condutividade hidráulica reduzida e a baixa velocidade de infiltração de água (SILVA; PARFITT, 1998).

Para consecução do objetivo proposto foi implantado um experimento, com a cultivar Puitá INTA CL, no delineamento experimental de blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições (Tabela 1). A semeadura foi realizada no sistema de plantio direto em parcelas de 5,0 x 1,75 m com linhas espaçadas de 0,175m, na densidade de 100 kg.ha⁻¹.

A irrigação foi por pivô linear a partir de 20 dias após a emergência. Para adubação de base, o solo foi adubado com 300 kg.ha⁻¹ da fórmula 5:20:20 kg.ha⁻¹ de N; P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Em cobertura foi utilizada uma adubação nitrogenada na forma de uréia, na dose de 250 kg.ha⁻¹, aplicados de forma parcelado, no estágio V3-V4 e a outra metade no estágio (V8 e V9) (COUNCE et al., 2000).

Os tratamentos foram aplicados em pulverização, utilizando-se pulverizador costal pressurizado à CO₂, de pressão constante, equipado com barra de aplicação de 2,0 m, provido de quatro pontas de pulverização do tipo jato leque plano (XR 110 02) a uma pressão de 30 psi e a velocidade de caminhada de 1,0 m.s⁻¹, com o objetivo de distribuir uma vazão de 200L.ha⁻¹ de calda.

Tabela 1 - Fungicidas e dose avaliada para o controle da brusone na cultivar arroz irrigado, Puitá INTA CL. Embrapa Clima Temperado, safra 2014/2015, Capão do Leão, 2015.

Tratamentos / Ingredientes ativos	Dose (produto comercial ha ⁻¹)
Testemunha	0
Casugamicina	1,0 L
Tetraconazol	0,4 L
Trifloxistrobina + tebuconazol	0,5 L
Triciclazol	0,25 g
Trifloxistrobina+tebuconazol + Triciclazol	0,5 L + 0,25 g

As aplicações dos fungicidas ocorreram em condições ambientais favoráveis de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento, sendo a primeira aplicação realizada em plena floração e a segunda aplicação 18 dias após.

O estabelecimento da brusone ocorreu de maneira natural e, avaliou-se em percentagem de panículas com sintomas na base da panícula no momento de pré-colheita do arroz.

A produtividade foi estimada a partir da colheita da área útil da parcela, 3,5 m². O volume de grãos foi pesado e sua umidade ajustada para 13% para cálculo do rendimento final. Posteriormente, foi retirada uma amostra de 100g de grãos da produção de cada parcela para fazer o rendimento de grãos, no engenho de provas, marca Suzuki. Após a separação dos grãos foram pesados os inteiros e os quebrados + gessados.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade de erro. Para a análise utilizou-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O nível de infecção de *Pyricularia oryzae* na área experimental permitiu a diferenciação entre a testemunha (sem aplicação de fungicidas) e os tratamentos com fungicidas, com 5% de probabilidade de erro (Tabela 2). A mistura de Trifloxistrobina + tebuconazol + Triciclazol foi o melhor tratamento no controle da brusone nas panículas, chegando a 68%, mas não mostrou diferenças significativas para os demais tratamentos, com exceção da testemunha

(sem fungicida). Isso repercutiu em menor incidência da doença comparado principalmente quando aplicados separados os ingredientes ativos Trifloxistrobina + tebuconazol e Triciclazol, que tiveram 21 e 20% de incidência, respectivamente.

A análise de variância para produtividade de grãos, não identificou diferenças significativas por influência dos tratamentos.

Tabela 2 - Incidência de brusone da panícula, controle, produtividade e rendimentos de grãos, quando submetida aos tratamentos de fungicidas na cultivar Puita INTA CL. Embrapa Clima Temperado, safra 2014/2015. Capão do Leão, 2015.

Tratamentos Ingredientes ativos	Brusone (%)	Controle (%)	Produtividade (kg.ha ⁻¹)	Rendimentos de engenho (%)	
				Inteiros	Queb+Ges ²
Testemunha	35,00 b ¹	0	6890a	56,50a	13,83 c
Casugamicina	32,50 ab	7	6640a	60,80ab	11,05 bc
Tetraconazol	23,75 ab	32	7292a	58,93ab	11,83 bc
Trifloxistrobina + tebuconazol	21,00 ab	39	7573a	59,43ab	9,75 ab
Triciclazol	20,00 ab	43	7836a	60,30ab	10,48 abc
Trifloxistrobina + tebuconazol + Triciclazol	11,25 a	68	7442a	64,05 b	7,25 a
CV (%)	21,73		12,87	2,08	7,40

¹ - Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ² - Queb+Ges = Quebrado + Gessado.

Para o rendimento de engenho, fica evidenciado o melhor comportamento dos tratamentos. O rendimento de grãos inteiro correspondeu um comportamento dos tratamentos semelhante do parâmetro de incidência de brusone nas panículas. Os grãos gessados permitiram melhor diferenciação dos tratamentos. A mistura com Trifloxistrobina+tebuconazol + Triciclazol obteve o menor percentagem de grãos quebrados e gessados, mas não diferenciou dos tratamentos aplicados com Trifloxistrobina +tebuconazol e Triciclazol com 7,25%, 9,75% e 10,48%, respectivamente.

Este resultado se deve ao ataque da brusone, que provoca severos danos à qualidade dos grãos ao lesionar o colmo da planta, especialmente na base da panícula, interrompe a passagem da seiva e impede o processo normal de enchimento de grãos e de maturação. Isso resulta em alta frequência de grãos gessados e compromete a qualidade do produto, depreciando o tipo comercial e o rendimento industrial do arroz (CASTRO, 1999; NUNES, 2013).

CONCLUSÃO

A aplicação da mistura de fungicidas com os ingredientes ativos Trifloxistrobina + tebuconazol + Triciclazol proporcionou maior rendimento de grãos, demonstrando haver resposta produtiva ao controle químico de *Pyricularia oryzae*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO, E. M. de; VIEIRA, N. R. de A.; RABELO, R. R.; SILVA, S. A. da. **Qualidade de grãos em arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 30p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 34).

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO . CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, nono levantamento, junho/2015**. Brasília, 2015.

COUNCE, P.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v.40, n.2, p. 436-443, 2000.

FERREIRA, D. F. **Sisvar** . um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras: v6, p. 36-41, 2008.

NUNES, C. D. M.; RIBEIRO, A. S.; TERRES, A. L. Principais doenças em arroz irrigado e seu controle. In: GONES, A.S.; MAGAHLÃES Jr., A.M. **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília, DF. Embrapa Informação Tecnológica, 2004, p.579-621

NUNES, C. D. M. **Doenças da cultura do arroz irrigado**. Embrapa Clima Temperado, 2013, 83p. (Embrapa Clima Temperado, Documentos, n. 360).

PRABHU, A. S.; FARIA, J. C.; ZIMMERMANN, F. J. P. Comparative yield loss estimates due to blast in some upland rice cultivars. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília. v.14, n.3, p. 227-232, 1989.

SILVA, C. A. S.; PARFITT, J. M. B. Manejo de solo e água. In: PORTO, M. P.; SILVA, S. D. A.; WINKLER, E. I. G.; SILVA, C. A. S.; PARFITT, J. M. B. **Milho em várzeas, na região sul do Brasil: cultivares e manejo de solo e água**. Pelotas: Embrapa-CPACT, p.20-31, 1988. (Circular Técnica n.6).

COMPORTAMENTO DAS LINHAGENS DE ARROZ NO VIVEIRO NACIONAL DE BRUSONE (VNB) NA EPAGRI-ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE ITAJAÍ (SAFRA 2014/2015)

Alexandre Visconti¹

Palavras-chave: *Pyricularia oryzae*, doença, *Oryza sativa*.

INTRODUÇÃO

A brusone do arroz, causada pelo fungo *Pyricularia oryzae* destaca-se como a principal doença da cultura do arroz, no Brasil. O fungo ataca, a partir do início do perfilhamento, todas as fases da planta podendo ser responsável por perdas na produção de até 65 %.

No Viveiro Nacional de Brusone (VNB) avalia-se linhagens de arroz e identificar fontes de resistência a brusone e a Epagri participa do desde 2010 incluindo-o como componente do programa de melhoramento genético do Projeto Arroz.

O VNB é um ensaio padronizado, aplicado aos programas nacionais e regionais de melhoramento.

Participam atualmente do VNB: a Embrapa Arroz e Feijão (coordenação), a Embrapa Clima Temperado, a Embrapa Rondônia, o Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais (EPAMIG) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri).

Em Santa Catarina os ensaios são realizados na Estação Experimental de Itajaí, unidade de pesquisa da Epagri, sediada no município de Itajaí.

Com o objetivo de se obter linhagens de arroz resistentes à brusone, avaliou-se 327 linhagens, sendo 25 para determinação de cultivo e uso (VCU) e 40 do ensaio regional (ER) da Epagri, 16 linhagens de VCU e 39 do ER da Embrapa AF, 72 linhagens do IRGA, 16 linhagens 16 VCU e 60 do ER da Embrapa RO, 16 linhagens de Epamig e 43 linhagens da embrapa CPACT, respectivamente.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido na área experimental da Epagri-EEI, localizado no município de Itajaí, coordenadas 26°57'03,2762"S, 48°45'43,6433"W, no período de 16/1/2015 a 3/3/2015. O experimento foi conduzido observando-se as normas do caderno nacional, com canteiros de 1,5 m de largura por 20 m de comprimento e adubação de plantio com 400 Kg de N-P-K, na formulação 5-30-16 + 60 Kg de ureia. As adubações de cobertura foram realizadas com ureia em 10/02/2015 e 27/02/2015, respectivamente, em dose equivalente a 30 Kg de N ha⁻¹ para cada aplicação.

Para a semeadura aplicou a densidade de 5 g de sementes por linha de 50 cm de comprimento, com espaçamento de 10 cm entre linhas, cada uma representando um material em avaliação.

Para a bordadura suscetível utilizou-se 50% da cultivar SCS 118 Marques e 50% da cultivar SCS 116 Satoru e a testemunha local a cultivar SCS 116 Satoru.

Como fonte de inóculo da doença, utilizou-se palha de plantas da cultivar SCS 116 Satoru, da última safra e com sintomas da doença, distribuídas nas entrelinhas do ensaio em 10/2/2015.

Em 24/02/2015 pulverizou-se o experimento com inseticida Altacor (90 g pc ha⁻¹) para o controle da lagarta-boiadeira (*Nymphula* spp.).

O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado e

¹ Eng. Agrônomo, Dr., Epagri-Estação Experimental de Itajaí, Rod. Antonio Heil, 6800, CP 277, CEP 88301-970, Itajaí, SC, fone (47) 3398 6315, visconti@epagri.sc.gov.br.

a severidade analisada aos 30 e 45 dias usando a escala padronizada, de acordo com a Standard Evaluation System for Rice (1988), de 0 a 9 onde: 0 - sem lesão; 1 - pequenas pontuações de cor marrom, com tamanho de cabeça de alfinete; 2- grandes pontuações de cor marrom, com 1 a 2 mm, necróticas, sem centro esporulativo; 3 - pequenas lesões, arredondadas, ou ligeiramente alongadas, com centro cinzento, borda marrom, com número significativo de lesões nas folhas superiores; 4 - lesões típicas da brusone, elípticas, com 3 mm ou mais de comprimento; 5 - lesões típicas da brusone, apresentando de 2 a 10% da área foliar infectada; 6 - lesões típicas da brusone, afetando 11-25% da área foliar; 7 - lesões típicas da brusone, afetando 26-50% da área foliar; 8 - lesões típicas da brusone, afetando 51-74% da área foliar e; 9 - mais que 75% da área foliar afetada.

Os dados foram submetidos a análise de variância e a comparação de médias pelo teste de Scott Knott a 5% utilizando o software SISVAR 5.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As linhagens testadas apresentaram, na média, boa resistência específica a brusone, aos 30 e 45 dias de cultivo, com pontuação máxima de 2,13 apresentadas nas linhagens do IRGA e da Embrapa RO, no VCU, aos 45 dias de cultivo. NA comparação de médias (Scott knott a 5 %), foram observadas maior severidade, aos 30 dias no grupo de linhagens do IRGA em relação às demais linhagens e, aos 45 dias, as linhagens da Embrapa AF VCU e ER, Epamig e Embrapa CPACT apresentaram menor severidade em comparação as linhagens da Epagri VCU e ER, IRGA, Embrapa RO VCU e ER (Tabela 1).

Segundo FILIPPI et al (1999) a diversidade patogênica é geralmente alta em campos experimentais e nos locais de testes de seleção para melhoramento de cultivares. Isto ocorre provavelmente pela presença de apenas alguns grupos de raças virulentas, com afinidade maior para as linhagens regionais.

As notas das linhagens avaliadas variaram de 0,94 a 1,26 e de 1,5 a 2,28, aos 30 e 45 dias, respectivamente. Atribui-se as notas de 0 a 2 a resistência vertical ou específica é controlada por genes maiores e não é efetiva contra todos os patótipos do patógeno (van der PLANK, 1975). Por outro lado, a resistência parcial é caracterizada por uma reação de suscetibilidade, com baixa severidade de doença e de herança quantitativa (PARLEVLIET & OMMEREN, 1977). A reação tipo 3 representa resistência intermediária e possivelmente controlada por genes maiores e os tipos de reação com notas altas (4 a 9) indicam resistência não específica. Uma das principais dificuldades na interpretação e utilização dos dados do VNB é a natureza da resistência das entradas selecionadas.

Em geral, as linhagens que apresentam notas 0 a 3 são consideradas resistentes e notas de 4 a 9 são suscetíveis (Caderno VNB – safra 2104/2015).

Tabela 1. Severidade da brusone (*Pyricularia oryzae*) nas linhagens testadas no VNB (safra 2014/2015) na Epagri-EEI, pela escala de notas da Standard Evaluation System for Rice (1988) aos 30 e 45 dias de avaliação.

Origem ¹	Escala de notas	
	30 dias	45 dias
Epagri VCU	1,26±0,07 a* (25)**	2,28±0,15 b (25)
Epagri ER	1,10±0,05 a (40)	2,08±0,09 b (40)
Embrapa AF VCU	1,06±0,06 a (16)	1,81±0,21 a (16)
Embrapa AF ER	0,95±0,05 a (39)	1,82±0,08 a (39)
Irga	1,43±0,07 b (72)	2,13±0,07 b (72)
Embrapa RO VCU	1,00±0,00 a (16)	2,13±0,24 b (16)
Embrapa RO ER	1,10±0,04 a (60)	1,98±0,07 b (60)

Epamig	0,94±0,06 a (16)	1,50±0,13 a (16)
Embrapa CPACT	1,00±0,00 a (43)	1,74±0,08 a (43)
CV (%) ²	32,04	30,46

1 – Epagri = Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina; Embrapa AF = Embrapa Arroz e Feijão; Iriga = Instituto Rio Grandense do Arroz; Embrapa RO = Embrapa Rondônia; Epamig = Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais; Embrapa CPACT = Embrapa Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado; VCU = valor de cultivo e uso; ER = ensaio regional. 2- Coeficiente de variação, expresso em percentagem. *Médias seguidas da mesma letra minúscula diferem estatisticamente entre si na coluna, respectivamente, pelo teste de Scott-Knott a 5%. **Número de observações analisadas.

CONCLUSÃO

As linhagens testadas apresentaram notas de 0,94 a 1,26 e de 1,5 a 2,28, aos 30 e 45 dias, respectivamente (Scott knott a 5%) demonstrando que apresentam resistência específica à brusone, nas condições do ensaio experimental.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina - Fapesc, pelo suporte financeiro ao desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FILIPPI, M.C. et al. Differential compatibility of *Pyricularia grisea* isolates with some brazilian irrigated rice cultivars. **Fitopatologia Brasileira** Brasília, v. 24, p. 447-450, 1999.

IRRI. Standard evaluation and utilization system for rice 1988. **IRRI**. 1988.

PARLEVLIET, J.E.; ZADOKS, J.C. The integrated concept of disease resistance: A new view including horizontal and vertical resistance in plants. **Euphytica**, v. 26, p. 5-21, 1977.

van der PLANK, J.E. **Principles of plant infection**. New York. Academic Press. 1975.

EFEITO DO SISTEMA DE CULTIVO SOBRE A INCIDÊNCIA DO ENROLAMENTO DO ARROZ, CAUSADO PELO VÍRUS RSNV

Klaus Konrad Scheuermann¹, Domingos Sávio Eberhardt², Bernardo Scarabelot Pazini³, Cristiano Nunes Nesi⁴

Palavras-chave: *Polymyxa graminis*, *Benyvirus*, “entorçamento”

INTRODUÇÃO

Os primeiros sintomas do enrolamento do arroz no Brasil foram observados no município de Dona Francisca, região da Depressão Central do Rio Grande do Sul, na safra agrícola 2001/02, sendo diagnosticado como agente causal o vírus *Rice stripe necrosis virus* (RSNV) (MACIEL et al., 2006). O vírus é transmitido pelo protista *Polymyxa graminis* Led, ao infectar as raízes do arroz, não sendo conhecida a transmissão via sementes (MORALES et al., 1999). Os sintomas da doença são comumente observados na fase inicial do desenvolvimento das plantas, cerca de 20 a 30 dias após a semeadura, podendo estender-se até a fase reprodutiva. As plantas infectadas apresentam subdesenvolvimento, sendo comum a presença de listras amareladas nas folhas, as quais ficam retorcidas, culminando em muitos casos com a morte da planta. As perdas provocadas por essa doença no Brasil são desconhecidas, todavia estimativas realizadas na Colômbia indicam que as perdas de produtividade podem ultrapassar 20% (PARDO e MUÑOZ, 1994).

O controle do enrolamento do arroz tem sido realizado basicamente de forma preventiva, restringindo-se o trânsito de máquinas e equipamentos provenientes de áreas com alta incidência da doença. Não se dispõe de cultivares comerciais resistentes ao enrolamento, sabe-se apenas que a espécie selvagem *Oryza glaberrima* Steud apresenta elevada resistência à doença (GUTIERREZ et al., 2010).

Em Santa Catarina, plantas de arroz com sintomas de enrolamento são observadas desde 2006, todavia a incidência da doença se manteve baixa nas áreas onde o sistema de cultivo utilizado é o pré-germinado. Entretanto, com a ampliação de áreas em sistema de semeadura em solo seco, observou-se um aumento na incidência da doença. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a incidência do enrolamento em plantas de arroz, sob diferentes sistemas de cultivo, a fim de verificar se há alguma associação entre o sistema de cultivo e a incidência da doença.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados na Epagri/Estação Experimental de Itajaí-SC, no período correspondente a safra agrícola 2011/12, e conduzidos em vasos plásticos contendo 6 kg de solo, em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. O solo empregado no experimento, cujas características físico-químicas são 24% de argila, 2,2% de matéria orgânica e pH 5,0, foi coletado no município de Navegantes-SC, em uma área com histórico de alta incidência da doença.

Foram avaliados três sistemas de cultivo, pré-germinado com inundação do solo 30 dias antes da semeadura (PG 30 dias), pré-germinado com inundação sete dias antes da semeadura (PG 7 dias) e semeadura em solo seco com inundação 25 dias após a semeadura (SS 25 dias). Uma vez o solo inundado, a lâmina de água foi mantida constante até o final do experimento.

¹ Eng. Agr. Dr. Epagri – Estação Experimental de Itajaí, C.P. 277, Itajaí-SC CEP:88318-112 klaus@epagri.sc.gov.br

² Eng. Agr. Msc. Epagri – Estação Experimental de Itajaí

³ Eng. Agr. Bolsista Epagri – Estação Experimental de Itajaí/ Atual: Rua Rui Barbosa, 553, Joinville-SC 89201-601

⁴ Eng. Agr. Dr. Epagri - Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar

Foram utilizadas seis cultivares (Tabela 1), com um estande de cinco plantas/vaso. Nos tratamentos em que a inundação ocorreu 25 dias após a sementeira, as plantas foram irrigadas na fase inicial por meio de aspersão, sendo a umidade do solo mantida ao redor da capacidade de campo. O experimento foi realizado três vezes, sendo as avaliações de incidência da doença realizadas 40 dias após a sementeira. No segundo experimento, devido ao inverno, houve um atraso no desenvolvimento das plantas, por isso a avaliação foi feita aos 60 dias após a sementeira. Foram consideradas plantas sintomáticas aquelas apresentando enrolamento nas folhas, encarquilhamento de perfilhos ou somente mosaico.

Os resultados dos três experimentos foram somados e a incidência calculada como a soma de plantas com sintomas em relação ao total de plantas observadas nos três experimentos. As pressuposições da análise de variância foram verificadas por Box-Cox (BOX e COX, 1964) submetendo-se os dados de incidência (em porcentagem) à transformação $\lambda = -1/2$. Após transformação, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5%. Todas as análises foram realizadas com o programa R (R CORE TEAM, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos três sistemas de cultivo testados, para as seis cultivares avaliadas, foram observadas plantas com sintomas típicos de enrolamento, sendo constatado em suas raízes a presença de esporos de resistência (cistosoros) de *P. graminis* (Figura 1), tal como descrito por Maciel et al. (2006).

No sistema de cultivo com sementeira em solo seco, a incidência da doença foi significativamente maior, quando comparado aos tratamentos em sistema pré-germinado (Tabela 1). Para cinco das seis cultivares avaliadas, não houve diferença na incidência do enrolamento entre os tratamentos envolvendo o sistema pré-germinado. Isto só ocorreu para a cultivar SCS 118 Marques, onde houve diferença entre esses tratamentos (Figura 2).

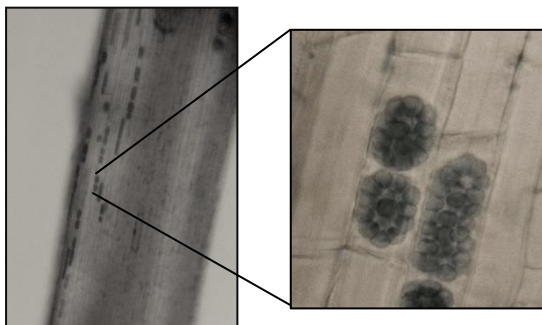


Figura 1 – Raiz de planta de arroz infectada por *P. graminis*, vetor do vírus RSNV. No detalhe, cistosoros de *Polymyxa* em aumento de 400x.

Tabela 1 – Incidência do enrolamento do arroz, em seis cultivares, sob três sistemas de cultivo*.

Sistemas de cultivo	Puitá**	Epagri 106	Epagri 109	SCS 115 CL	SCS 117CL	SCS118 Marques
PG 30 dias	6,7Ba	15,0Ba	18,3Ba	5,3Ba	8,3Ba	6,7Ca
PG 7 dias	7,5Ba	16,7Ba	16,7Ba	16,7Ba	8,3Ba	21,7Ba
SS 25 dias	56,7Aa	68,3Aa	35,0Ab	38,3Ab	63,3Aa	56,7Aa

*Incidência em porcentagem de plantas sintomáticas; **Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na coluna e minúsculas iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%. PG 30 dias: pré-germinado com inundação do solo 30 dias antes da semeadura; PG 7 dias: pré-germinado com inundação sete dias antes da semeadura; SS 25 dias: semeadura em solo seco com inundação 25 dias após a semeadura.

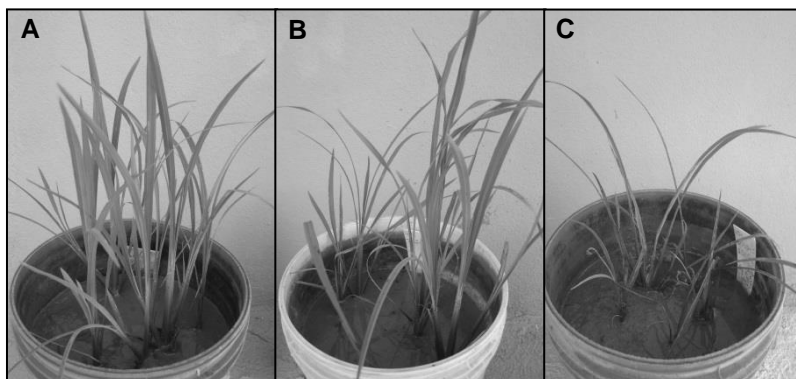


Figura 2 – Incidência do enrolamento do arroz na cultivar SCS 118 Marques, em três sistemas de cultivo. A – PG 30 dias; B – PG 7 dias; C – SS 25 dias.

Os mecanismos associados a menor incidência do enrolamento do arroz em sistema pré-germinado são desconhecidos, sendo a hipótese mais provável que o solo inundado na fase inicial do ciclo da cultura, seja desfavorável ao desenvolvimento do vetor, ou a infecção das raízes pelo mesmo. Com a inundação do solo, ocorre um processo conhecido como autocalagem, em que o pH tende a ficar entre 6,0 e 6,5 (PONNAMPERUMA, 1972). Entretanto, sabe-se que valores de pH entre 4,0 e 8,0 não interferem na transmissão do vírus RSNV por *P. graminis* (ADAMS e WARD, 1999). De acordo com Rush (2003), a infecção das raízes por plasmodioforídeos, grupo a que pertence *P. graminis*, é favorecida em solos com alta umidade, porém esses estudos não incluem solos alagados.

As cultivares Epagri 109 e SCS 115 CL apresentaram menor incidência da doença, quando cultivadas no sistema de semeadura em solo seco (Tabela 1). Fontes de resistência ao enrolamento não são conhecidas em *O. sativa*. Entretanto, trabalhos conduzidos pelo CIAT, têm demonstrado que alguns genótipos apresentam níveis moderados de resistência à doença (LOZANO e MORALES, 2009), característica que pode estar presente nas

cultivares aqui identificadas. A Epagri 109 é uma das cultivares de arroz mais plantadas no Estado de Santa Catarina no sistema pré-germinado, sendo que esta combinação entre cultivar e sistema de cultivo pode estar contribuindo para a manutenção de baixos níveis da doença no Estado, até a expansão de áreas em sistema de semeadura em solo seco.

CONCLUSÃO

O cultivo do arroz em sistema pré-germinado, com inundação antecipada do solo predispõe a menor incidência do enrolamento, quando comparado ao sistema de semeadura em solo seco.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina – FAPESC (Processo 6946/2011-9); e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Processo 562451/2010-2).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, M.; WARD, E. Characterization of *Polymyxa* transmitting rice stripe necrosis virus in Colombia. In: Symposium of the International Working Group on Plant Viruses with Fungal Vectors, 4., Monterey, 1999. **Proceedings...** Monterey, 1999. p.77-80
- BOX, G.E.P.; COX, D.R. An analysis of transformations (with discussion). **Journal of the Royal Statistical Society**, Malden, v.26, p.211–252, 1964.
- GUTIERREZ, A.G. et al. Identification of a *Rice stripe necrosis virus* resistance locus and yield component QTLs using *Oryza sativa* x *O. glaberrima* introgression lines. **BMC Plant Biology**, Londres, v.10, n.6, 2010. Disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1471-2229-10-6.pdf>>. Acesso em: 07 maio 2015.
- LOZANO, I.; MORALES, F. Molecular characterization of *Rice stripe necrosis virus* as a new species of the genus *Benyvirus*. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v.124, p.673-680, 2009.
- MACIEL, J.L.N. et al. Ocorrência do vírus *Rice stripe necrosis virus* em lavouras de arroz do Rio Grande do Sul. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.31, p.209, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/fb/v31n2/30021.pdf>>. Acesso em: 07 maio 2015.
- MORALES, F.J. et al. Emergence and partial characterization of *Rice stripe necrosis virus* and its fungus vector in South America. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v.105, p.643-650, 1999.
- PONNAMPERUMA, F.N. The chemistry of submerged soils. **Advances in Agronomy**, Newark, v.24, p.29-96, 1972.
- PARDO, F.; MUNOZ, D. Agente causal del entorchamiento em el cultivo del arroz en los Llanos Orientales. **Arroz**, Bogotá, v.43, p.16-22, 1994.
- R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2014. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 08 maio 2015.
- RUSH, C.M. Ecology and epidemiology of *Benyviruses* and plasmodiophorid vectors. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.41, p.567-592, 2003.

EFEITOS DO NEMATÓIDE, *Aphelenchoides besseyi*, EM CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO NAS SAFRA 2012/13 E 2013/14

Cley Donizeti Martins Nunes¹; Ariano Martins de Magalhães Júnior²; Paulo Ricardo Reis Fagundes³; Ygor Suzbach Alves⁴

Palavras-chave: resistência, manejo, sementes, tolerância

INTRODUÇÃO

O nematóide causador da ponta branca, *Aphelenchoides besseyi* é um patógeno importante, por causar dano econômico na produtividade do arroz em muitos países que se que desenvolve a cultura (KEPENEKCI, 2013). A doença pode ocorrer em sistemas de cultivo, sequeiro ou irrigado, mas a incidência é maior em lavouras irrigadas pelo número de ocorrência. A hipótese é que a água no sistema de irrigação por inundação, oferece melhor condição de infecção do inóculo, aumentando a facilidade para o parasitismo dos estádios juvenis e permitindo assim, mais tempo para o seu desenvolvimento, multiplicação e disseminação. As razões para os níveis elevados de infestação das sementes em diferentes sistemas não foram investigados. Por outro lado, o aumento da população pode ser explicado pela suscetibilidade da cultivar e pelo continuado uso de sementes contaminadas. No entanto, a incidência e a severidade da doença em uma localidade pode variar de ano para ano e por estar fortemente influenciado por diferentes fatores ambientais, práticas culturais e cultivar (JAMALI et al., 2006).

No Rio Grande do Sul, esta mudança de alta para baixa severidade foi notada a partir dos anos 70, com a introdução de cultivares tolerantes e com a evolução do manejo da cultura (NUNES, 2013).

A severidade da doença tem causado perdas de rendimento variáveis em diferentes países que vão 14,5 a 46,7% no Japão, de 29 a 46% em Taiwan, 41 a 71% na Rússia e 20 a 60% na Índia (JAMALI et al., 2006). No Brasil, RS, os danos econômicos foram registrados na década de 60 com perdas entre 30 a 50% de produtividade (NUNES, 2013).

O objetivo do presente trabalho foi conhecer efeito de *Aphelenchoides besseyi* em oito cultivares de arroz irrigado, avaliadas em duas safras consecutivas, 2012/2013 e 2013/2014.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Estação Experimental de Terras Baixas (ETB) da Embrapa Clima Temperado, localizada no município de Capão do Leão, RS, no ano agrícola de 2012/2013 e 2013/2014.

A semeadura (densidade de 100 kg.ha⁻¹) foi realizada em 17/10/2012 e 07/11/ 2013, em parcelas com nove fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas de 17,5 cm com sementes de 8 cultivares (Tabela 1), obedecendo o delineamento de blocos ao acaso com 4 repetições. A área útil da parcela foi de 4 m².

As práticas de adubação e de manejo da cultura adotadas seguiram as recomendações técnicas de cultivo do arroz irrigado pela Sosbai, 2014.

Durante a fase de enchimento de grãos (R₆) foram feitas avaliações visuais atribuindo percentual de folhas com sintomas de ponta branca na área útil da parcela. No estágio R₉ foram coletadas amostras de 150 gramas de sementes retiradas de diferentes pontos da parcela. Posteriormente, no Laboratório de Fitossanidade foram efetuadas as análises

¹ Engº Agrº, Dr. Embrapa Clima Temperado, Rod. BR 396, km 70, cx. Postal 403, CEP.: 96.001-970, Pelotas, RS.Email: cley.nunes@cpact.embrapa.br.

² Engº Agrº, Dr. Embrapa Clima Temperado.

³ Engº Agrº, Dr., Embrapa Clima Temperado.

⁴ Acadêmico da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPel

quantitativas referente ao número de nematóides por 100 grãos de arroz. A extração dos nematóides foi feita descascando-se manualmente as sementes na placa de Petry e submergindo as casca e os grãos em 20 mL de água esterilizada, pelo período de 24 horas, na temperatura de 24°C. Após os nematóides foram contados sob microscópio estereoscópio (OLIVEIRA, 1987).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância permitiu evidenciar diferenças significativas para cultivares e anos (safras), com 5% de probabilidade de erro.

Na avaliação visual do sintoma da doença, realizada na fase reprodutiva (R₆) conforme na Tabela 1, a safra 2012/2013 obteve maior média de severidade e difere significativamente de 2013/2014, com 9,95 % e 6,63 %, respectivamente.

Nas duas safras, a BRS 7 %aim+ não apresentou sintomas de ponta branca nas folhas. Entretanto, na análise estatística de cada safra, como na média, essa cultivar não diferiu significativamente de BRS Pampa e IAS 12-9 Formosa. A maior reação de suscetibilidade a doença, principalmente na safra 2012/2013, foi observada nos genótipos LTB 12055, LTB 12053 e LTB 11033.

Tabela 1 . Porcentagem média de sintomas e número médio de nematóide causador da ponta-branca, durante duas safras em oito cultivares de arroz irrigado. Capão do Leão, Embrapa Clima Temperado, 2015.

Genótipos	Ponta-branca (%)			Número de nematóide		
	Safra 2012/13	Safra 2013/14	Médias	Safra 2012/13	Safra 2013/14	Médias
BRS Pampa	0,25 a A*	0,25a A	0,25 a	1,50 aA	12,50a A	7,00 a
BRS 7 %aim+	0,00 a A	0,00a A	0,00 a	5,75 aA	14,00a A	9,88 a
IAS 12-9 Formosa	0,38 a A	1,25a A	0,81 a	2,75 aA	24,00a B	13,38 a
LTB 12051	12,50 bA	10,25 bA	11,38 b	2,75 aA	46,00 bB	24,38 a
LTB 12055	22,50 cA	11,20 bA	16,88 c	4,25 aA	58,00 bB	31,13 a
LTB 12050	7,75 bA	7,50 bA	7,63 b	5,00 aA	59,75 bB	32,38 b
LTB 12053	15,00 cA	10,00 bA	12,50 b	11,75 aA	70,75 bB	41,25 b
LTB 11033	21,25 cA	12,50 bA	16,88 c	33,50 aA	83,00 bA	58,25 b
Médias	9,95B	6,63A		8,41 A	46,00 B	

* Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Quanto ao número de nematóides, a média de ocorrência da safra 2013/2014 foi significativamente maior, comparado com a safra anterior (2012/2013), com 46,0 e 8,41, respectivamente, com 5 % de probabilidade de erro. Esta maior ocorrência de nematóides na safra 2013/2014 permitiu diferenciar as cultivares em dois grupos de suscetibilidade. O primeiro mais tolerante, com as cultivares BRS Pampa, BRS 7 %aim+ e IAS 12-9 Formosa com 12,5, 14,0 e 24,0, respectivamente e no segundo, mais suscetível com as cultivares LTB 12051, LTB 12050, LTB 12053 e LTB 11033, com média de 32,4, 41,3 e 48,3 nematóides, respectivamente (Tabela 1).

Na média das duas safras, o número de cultivares tolerantes ao nematóide é maior, com a inclusão das cultivares LTB 12051 e LTB 12055, com 24,4 e 31,1 nematóides, respectivamente.

Este aumento significativo do número de nematóide na safra 2013/2014, foi em virtude

do uso de sementes contaminadas da safra 2012/2013 de todas as cultivares, com exceção de BRS Pampa e BRS 7 %aim+. Isso pode ser explicado com o ciclo de vida deste nematóide, que geralmente é curto, 8 a 12 dias, dependendo da temperatura. Na condição ótima, de 21-25 °C pode-se obter várias gerações, aumentando rapidamente a população. Quando este, exposto a temperatura de 21°C, o seu ciclo de vida é de 10 dias, e com 23 °C ocorre em 8 dias (CABI; EPPO, 2015).

Na Tabela 1, a cultivar BRS 7 Taim teve número maior de nematóides comparado com a BRS Pampa, mas não mostrou sintomas de ponta branca nas folhas. Este resultado é semelhante com obtido por Oliveira (1987) com Bluebelle e BR IRGA 409.

Segundo Fukano (1962) citado por CABI; EPPO (2015) a densidade limiar de dano econômico na produtividade é de 300 nematóides vivos / 100 sementes. Portanto, todas as cultivares de arroz irrigado estudadas estão abaixo do nível de dano.

CONCLUSÃO

O uso de sementes contaminadas aumentou significativamente o número de nematóide de um ano para outro nas oito cultivares de arroz irrigado. As cultivares BRS 7 %aim e BRS Pampa foram as mais tolerantes ao *Aphelenchoide besseyi*. No entanto, o uso de cultivares resistentes ou tolerantes é uma das medidas de controle mais importante no controle da doença.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CABI; EPPO **Data Sheets on Quarantine Pests** *Aphelenchoides besseyi*. n. 122, 4p. Disponível em:

<http://www.eppo.int/QUARANTINE/nematodes/Aphelenchoides_besseyi/APLOBE_ds.pdf>

Acesso em: 06 de abril, 2015.

JAMALI, S., POURJAM, E., ALIZADEH, A., AND ALINIA, F. Incidence and distribution of *Aphelenchoides besseyi* in rice areas in Iran. **Journal of Agricultural Technology**, Bangkok, Thailand, v.2, n.2, p. 337-344, 2006.

KEPENЕКCI, I. El nematodo de la punta blanca del arroz (*Aphelenchoide besseyi*) em zonas de cultivo de arroz de Turquía. **Nematropica**, Florida, v. 43, n.2, p. 181-189, 2013.

NUNES, C. D. M. **Doenças da cultura do arroz irrigado**. Embrapa Clima Temperado, 2013, 83p. (Embrapa Clima Temperado, Documentos, n. 360).

OLIVEIRA, J. V. **Efeitos do nematóide *Aphelenchoides besseyi* Christie, 1942, em quatro cultivares de arroz irrigado**. 1987. 49f. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) . Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Santa Maria, SOSBAI: Bento Gonçalves, 2014, 189p.

ESTRATÉGIA PARA MONITORAMENTO DE AFLATOXINAS EM ARROZ E SUAS FRAÇÕES DE BENEFICIAMENTO

Luciana Prietto¹, Paola Moraes², Rosana Basso Kraus³, Claudia Fetter⁴, Eliana Badiale-Furlong⁵

Palavras chave: procedimento, padronização, contaminantes.

INTRODUÇÃO

As aflatoxinas (AFLAs) englobam um conjunto de compostos, de toxicidade decrescente da AFLAB₁, AFLAB₂, AFLAG₁ e AFLAG₂, produzidos por espécies toxigênicas do gênero *Aspergillus*. Estes compostos ocorrem naturalmente em cereais, oleaginosas e especiarias, previamente contaminados por fungos que as produzem principalmente durante o armazenamento ou processamento. São associados a toxicose em humanos e animais de criação, cujos sintomas se caracterizam por vômitos, diarreia, perda de peso e câncer (ROCHA et al. 2014; SHEIBANI; ZAIN, 2011). Vários trabalhos têm relatado a presença dessas micotoxinas no arroz, embora seja em baixas concentrações, têm causado preocupações devido ao fato deste cereal ser um alimento de consumo diário para grande parte da população mundial (DORS, BIERHALS; BADIALE-FURLONG, 2011; MAJEED et al. 2013; ZHU et al. 2013). Para avaliar a contaminação por aflatoxinas na dieta dados confiáveis são necessários, desencadeando uma constante busca por métodos exequíveis e confiáveis que permitam a quantificação simultânea de aflatoxinas em alimentos de consumo diário. Para isso, se faz necessário a padronização dos métodos antes do uso de rotina, o que propicia o cumprimento das leis que estabelecem níveis aceitáveis para o consumo e garantem a inocuidade aos consumidores (ANVISA, 2003, 2011, INMETRO, 2003; RIBANI et al. 2004).

Neste trabalho o objetivo foi padronizar um método para extração e quantificação de aflatoxinas em arroz, farelo e casca, com geração mínima de resíduos e confiável para monitoramento de aflatoxinas, conforme a recomendação da RDC 7/11

MATERIAL E MÉTODOS

Extração das aflatoxinas pelo método de Soares; Rodrigues – Amaya (1989) modificado

Foram pesados 10 g de amostra e adicionados 60 mL de solução de metanol: cloreto de potássio 4% na proporção de 9:1. A mistura foi agitada em blender por 2 min e posteriormente filtrada. Foram transferidos 30 mL do filtrado para um erlenmeyer, onde foram adicionados 30 mL de sulfato de amônio 30%. Na mistura foram adicionados 1 cm³ de celite, agitado levemente e deixado em repouso por 5 min. Após filtração, 30 mL do extrato foram transferidos para um funil de separação, adicionados de 30 mL de água destilada e particionados 3 vezes com 10 mL de clorofórmio. Cada 10 mL da fração clorofórmica foram acondicionados em frascos âmbar com tampa de rosca e o conteúdo seco em banho-maria a 80 °C por 25 min (SOARES; RODRIGUEZ-AMAYA, 1989).

Condições cromatográficas

Foi utilizado um cromatógrafo líquido de alta eficiência acoplado a um detector de fluorescência (HPLC-FL) da marca Shimadzu (Quioto, Japão), constituído por um sistema de bombas (modelo LC-AT), forno, desgaseificador da fase móvel (modelo DGU), controlador

¹Engenheira de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande, Campus Carreiros – Avenida Itália, Km 08 – Caixa Postal 474 – 96.201-900 Rio Grande – RS – Brasil, lucianaprietto@gmail.com.

²Engenheira de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande.

³Estudante de graduação Engenharia Bioquímica, Universidade Federal do Rio Grande

⁴Estudante de graduação Engenharia Bioquímica, Universidade Federal do Rio Grande

⁵Prof. Dr. Ciência de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande

(modelo CBM-20A), injetor manual com alça de amostragem de 20 µL (modelo 7725i) e detector de fluorescência (modelo FL – 10AXL). A coluna cromatográfica empregada era Nucleosil, C18 (10 cm x 4,6 mm, 3 µm, Bellefonte, PA, USA). Os solventes empregados na fase móvel foram: água ultrapura acidificada com ácido acético glacial 1%, acetonitrila e metanol na proporção 60:8:32 (v/v/v) desgaseificado em banho ultrassônico. A vazão da fase móvel foi de 0,4 mL/min e a temperatura da coluna de 45°C. Para quantificação das aflatoxinas o resíduo seco resultante da extração foi ressuspensão em 1 mL de fase móvel e injetado manualmente no cromatógrafo. Para controle do equipamento e tratamento dos resultados foi utilizado o software LC Solution (HACKBART, 2013).

Curva analítica e linearidade

Para construção da curva no HPLC-FL soluções padrões de aflatoxinas foram preparadas em triplicata nas concentrações de 0,3; 2,5; 5,0; 8,0; 10,5 ng/mL para as AFLAB₂ e AFLAG₂ e 1,0; 6,0; 12,0; 16,0; e 20,0 ng/mL para as AFLAB₁ e AFLAG₁.

Limite de Detecção (LOD) e Quantificação (LOQ)

Foram determinados o LOD e o LOQ do HPLC-FL através da injeção de soluções padrão em ordem decrescente de concentração, considerando o LOD a concentração correspondente ao pico que representava 3 vezes o sinal/ruído da linha de base do equipamento. O LOQ foi estimado a partir da concentração que geraria pico com relação 10 vezes o sinal/ruído.

Recuperação

A recuperação ou exatidão do método, foi determinada através da porcentagem de recuperação do compostos de interesse em amostras fortificadas. Amostras de endosperma, farelo e casca foram fortificadas com três níveis de uma mistura de aflatoxinas. Foram deixadas em repouso por 24 h para completa evaporação do solvente e posteriormente foram submetidas a extração. A fortificação das amostras utilizadas no HPLC-FL foi de 2,5; 5,0 e 10,0 ng/g de AFLAs (B₁, B₂, G₁ e G₂) (ANVISA, 2003; RIBANI et al. 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Condições cromatográficas

Os parâmetros cromatográficos adotados para determinação em HPLC-FL permitiram separação das aflatoxinas, resultando em tempos de retenção de 12,5; 15,0; 18,5 e 22,4 min para AFLAG₂, AFLAG₁, AFLAB₂ e AFLAB₁, respectivamente e tempo total de corrida de 25 min, que não promovia o alargamento das bandas cromatográficas.

As curvas analíticas foram adequadas para quantificação das AFLAs em HPLC-FL, pois de acordo com a ANVISA (2003) e INMETRO (2003) os coeficientes de correlação (r) devem ser igual a 0,99 e superior a 0,90, respectivamente. As equações das curvas, os coeficientes de correlação e a linearidade estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Curvas analíticas, coeficientes de correlação e linearidade para cada aflatoxina em HPLC-FL

Micotoxinas	Curva Analítica (µg/mL)	r	Linearidade (ng/mL)
AFLAB ₁	$y = 1,51 \cdot 10^7 x - 12763,06$	0,9999	1 – 20
AFLAB ₂	$y = 2,06 \cdot 10^9 x - 36163,03$	0,9996	0,3 – 11
AFLAG ₁	$y = 7,39 \cdot 10^6 x - 10857,20$	0,9995	1 – 20
AFLAG ₂	$y = 3,79 \cdot 10^8 x - 24237,35$	0,9943	0,3 – 11

HPLC-FL – Cromatografia líquida de alta eficiência acoplada a detector de fluorescência.

Os limites de detecção e quantificação proporcionado pelo HPLC-FL são adequados para determinação de aflatoxinas em arroz e suas frações, pois permitem a quantificação de cada analito dentro do limite estabelecido pela legislação brasileira. De acordo com a RDC N.7 de 2011 são permitidos 5 µg/kg para as AFLAs (B₁, B₂, G₁ e G₂) em alimentos para consumo humano. Os valores determinados de LOD e LOQ, podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2 - Limite de detecção e quantificação dos sistemas cromatográfico e do método

Aflatoxinas	Instrumento (ng/mL)		Método (µg/kg)	
	LOD	LOQ	LOD	LOQ
AFLAB ₁	0,4	1,2	0,1	0,3
AFLAB ₂	0,1	0,3	0,02	0,07
AFLAG ₁	0,4	1,2	0,1	0,3
AFLAG ₂	0,1	0,3	0,02	0,07

HPLC-FL – Cromatografia líquida de alta eficiência acoplada a detector de fluorescência; LOD - Limite de detecção; LOQ – Limite de quantificação.

Um dos indicativos de mérito que fornece a qualidade de um método é dado pelos percentuais de recuperação do analito a partir de amostras fortificadas, podendo os resultados serem visualizados na Figura 1 (RIBANI et al. 2004).

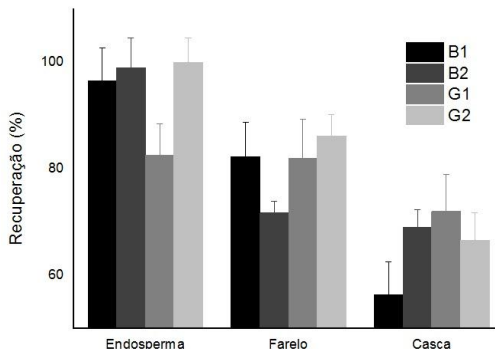


Figura 1 - Média das recuperações das aflatoxinas determinadas em HPLC-FL

Os maiores percentuais de recuperação foram observados para as amostras do endosperma polido, seguido de farelo e casca. Os intervalos aceitáveis de recuperação para análise de resíduos geralmente estão entre 70 e 120%, com precisão de até ± 20%. Porém, devido à complexidade analítica e da amostra, este valor pode ser de 50 a 120%, com precisão de até ± 15% (RIBANI et al. 2004). Portanto, de acordo com os indicativos de eficiência recomendados pela ANVISA (2003), INMETRO (2003) e Ribani et al. (2004), o método foi adequados para quantificação de aflatoxinas. A menor recuperação observada na casca pode ter sido ocasionada pela complexidade da amostra que em função de sua riqueza em oxido de silício, associada a celulose pode absorver as micotoxinas (CARVALHO et al., 2012).

CONCLUSÃO

O método descrito por Soares e Rodrigues-Amaya (1989) para extração de aflatoxinas miniaturizado mostrou indicativos de mérito analítico adequados para monitoramento do cumprimento da legislação da ANVISA para estas micotoxinas nos derivados de arroz quando associado a quantificação em HPLC-FL.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução – RDC N° 7, de 18 de fevereiro de 2011. Limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. **Diário Oficial da União** – Seção 1, n. 37, ISSN 1677-7042, 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução – RDC N° 889, de 29 de maio de 2003. **Guia para Validação de Métodos Analíticos e Bioanalíticos**, 2003.

CARVALHO, A. P. M. G.; HACKBART, H. C. S.; SOUZA, M. M.; BADIALE-FURLONG, E. Emprego de casca de arroz como adsorvente para execução de técnica de MSPD para determinar aflatoxinas em cebolas. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.71, n. 4, p. 630-637, 2012.

DORS, G. C.; BIERHALS, V. S.; BADIALE-FURLONG, E. Parboiled rice: chemical composition and the occurrence of mycotoxins. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.31, n.1, p. 172-177, 2011.

HACKBART, H. C. S., MACHADO, A. R., CHRIST-RIBEIRO, A., PRIETTO, L., BADIALE-FURLONG, E. Reduction of Aflatoxins by *Rhizopus oryzae* and *Trichoderma reesei*. **Mycotoxin Research**. 30, 141- 149, 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL (INMETRO); **Orientações sobre Validação de Métodos de Ensaios Químicos**, DOQ-CGCRE-008. Revisão: 01, 2003.

MAJEED, S.; IQBAL, M.; ASI, M. R. IQBAL, S. Z. Aflatoxins and ochratoxin A contamination in rice, corn and corn products from Punjab, Pakistan. **Journal of Cereal Science**, v. 58, p. 446 e 450, 2013.

RIBANI, M.; BOTTOLI, C. B. G.; COLLINS, C. H.; JARDIM, I.C.S.F.; MELO, L. F. C. Validação em métodos cromatográficos e eletroforéticos. **Química Nova**. v. 27, n. 5, p. 771-780, 2004.

ROCHA, M. E. B. FREIRE, F. C. O.; MAIA, F. E. F.; GUEDES, M. I. F.; RONDINA, D. Mycotoxins and their effects on human and animal health. **Food Control**, v. 36, p. 159 e 165, 2014.

SOARES, L. M. V. , RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Survey of aflatoxins, ochratoxin A, zearalenone, and sterigmatocystin in some Brazilian foods by using multi-toxin thin-layer chromatographic method. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, 72:22-6, 1989.

ZAIN, M. E.; Impact of mycotoxins on humans and animals. **Journal of Saudi Chemical Society**, n° 15, p. 129–144, 2011.

ZHU, Z.; LIU, G.; CHEN, Y.; CHENG, J. Assessment of aflatoxins in pigmented rice using a validated immunoaffinity column method with fluorescence HPLC. **Journal of Food Composition and Analysis**, n. 31, p. 252–258, 2013.

ÍNDICES METEOROLÓGICOS Y SU INCIDENCIA EN EL MANCHADO DE GRANO DE ARROZ DE DISTINTOS GENOTIPOS

Pincirolí, M.¹; Sisterna M. N.²; Bezus, R.¹; Marchio, I.³; Vidal, A. A.¹

Palabras clave: *Oryza sativa*, micoflora, temperatura, *Alternaria*

INTRODUCCIÓN

El arroz es el único cereal que se consume como grano entero sin otro procesamiento que la molienda que separa la cáscara, el embrión y el pericarpio del endosperma. Sólo el 5% de la producción es usado en alimentos procesados, productos industrializados y bebidas alcohólicas. Por este motivo, la sanidad es importante, no sólo para su utilización como simiente, sino también la determinación de su calidad para el consumo final. La semilla es un eficiente agente de diseminación y un abrigo seguro para la sobrevivencia de patógenos. En el grano de arroz se han identificado alrededor de 50 géneros fúngicos que son responsables de diferentes patologías y que deterioran interna o externamente el aspecto y la calidad del mismo, además de producir micotoxinas, sustancias altamente riesgosas para la salud humana (Ou, 1972; Sisterna y Dal Bello, 1998; Pincirolí *et al.*, 2004).

El manchado de grano de arroz es un problema complejo, ocasionado por la interacción hospedante-patógeno-ambiente, que se manifiesta en el periodo que comprende desde antesis hasta la madurez. Afecta componentes de rendimiento (vaneo, disminución del poder germinativo, número y peso de los granos en la panoja) y calidad (disminución de granos enteros, granos yesosos, con coloraciones anormales). Está fuertemente influido por las condiciones ambientales (Krishnan and Rao, 2005). Según las regiones ecológicas del cultivo, entre los factores predisponentes se mencionan bajas temperaturas, precipitaciones continuas y humedad relativa elevada en el momento de la floración y durante la maduración del grano; suelos de baja fertilidad; deficiencias de potasio, calcio y magnesio; exceso de nitrógeno; producción de heridas por ataques de insectos o daños mecánicos. No se conocen cultivares que sean inmunes o altamente resistentes; el comportamiento es variable, algunas son tolerantes, y otros son más susceptibles que los cultivares tradicionales de alto porte (Gutiérrez y Mazzanti de Castañón, 2001). Según Ou (1972), en condiciones de almacenaje, está demostrado que alta humedad relativa y temperatura favorecen el desarrollo de hongos saprofitos. Estudios demuestran que el mayor desarrollo correspondió a humedad de 65-100%. Las especies de *Fusarium* desarrollaron mejor a 35°C mientras las de *Cladosporium* sp. y *Alternaria* sp. lo hicieron entre 22-25°C.

El objetivo de este trabajo es cuantificar el manchado del grano de diferentes genotipos de arroz y evaluar la flora fúngica presente, en relación a las condiciones meteorológicas de una localidad de La Plata, Argentina.

¹ Ingeniero agrónomo Programa Arroz,

² Ingeniero agrónomo CICPBA - CIDEFI (Centro de Investigaciones en Fitopatología). Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. CC.31. 1900 La Plata, Buenos Aires, Argentina

³ Alumna CIDEFI (Centro de Investigaciones en Fitopatología)
e-mail: bezus@agro.unlp.edu.ar

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron tres variedades de arroz tipo largo fino: Don Justo y Don Ignacio (provenientes del Programa Arroz) y Camba (variedad desarrollada por el INTA de Concepción del Uruguay), durante lo años agrícolas 2010-11 y 2012-13 en La Plata (Lat.: 34° 52'S y Long.: 57°57W), provincia de Buenos Aires, una localidad considerada subóptima desde el punto de vista de la oferta ambiental para el cultivo de arroz. La sanidad de las muestras se analizó por el método de APG (agar papa glucosado al 2 %), siguiendo las normas ISTA (International Seed Testing Association, Neergaard 1979). Los granos, previamente desinfectados con hipoclorito de sodio al 5%, 10 minutos, se sembraron en cajas de Petri estériles conteniendo APG y se incubaron en cámara de cría climatizada (21± 1°C; 75% HR; 12h de luz + UV/12 h de oscuridad). Transcurridos 5 días de la siembra se evaluaron en lupa estereoscópica determinando porcentaje de granos contaminados y/o patogenizados. Se identificaron a nivel de género los principales hongos aislados, mediante la utilización de claves taxonómicas y bibliografía específica. Se cuantificó la incidencia, como porcentaje de granos con cáscara manchados en una superficie superior al 50%.

Se realizó un Análisis de la Varianza (ANOVA) utilizando como fuentes de variación los años agrícolas y las variedades. Las medias se compararon por el test de LSD ($p<0,05$). Se registraron las temperaturas mensuales medias, máximas y mínimas y precipitaciones. Se calculó Grados día (GD) por el método residual considerando 10°C como temperatura base (Brown, 1969) y precipitación acumulada para el periodo de llenado de cada variedad en cada año agrícola.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las temperaturas medias durante el ciclo de cultivo resultaron muy similares en los dos años agrícolas, con promedios de octubre a abril de 19,6 y 19,7°C respectivamente; mientras que las precipitaciones fueron muy superiores en el segundo año con valores de 384 y 956 mm acumulados respectivamente.

Las variedades panojaron en promedio el 12 y 13 de febrero para las campañas 2010-11 y 2012-13 respectivamente

Los valores de Grados día resultaron superiores para todos lo cultivares en el primer año y los de precipitación acumulada en el segundo.

Tabla 1. Índices agrometeorológicos y valores medios presencia de *Alternaria* sp. y *Fusarium* sp. para los dos años agrícolas en las 3 variedades.

	Grados día (°C)		Precipitación (mm)		<i>Alternaria</i> sp.		<i>Fusarium</i> sp.	
	2010-11	2012-13	2010-11	2012-13	2010-11	2012-13	2010-11	2012-13
D J	535,2	466,4	52	472	29,7 aB	61,7 aA	0 a B	4,0 bA
Camba	476,6	443,5	58	467	57,3 aB	56,0 aA	0,3 aB	8,7 aA
D Ig	566,3	443,5	52	467	18,7bB	62,3 aA	0 a A	1,3 bA
Promedio general	526,0	451,1	54,4	468,6	47,6		2,4	

Letras diferentes, minúsculas en columnas y mayúsculas en filas, expresan diferencias significativas entre genotipos y entre años agrícolas respectivamente (LSD, $p<0,05$).

A pesar de las diferencias en los índices agrometeorológicos entre años agrícolas, los valores de incidencia fueron equivalentes (Tabla 2). El cultivar Cambá INTA presentó mayor cantidad de granos manchados le siguió DJ y por último D Ig. Esto coincide con la descripción de la variedad realizada por Proarroz (2015) donde aclara que tiene tendencia a

presentar granos manchados por ataque de diferentes hongos según la región y las condiciones de fertilidad.

Como se puede observar en los promedios generales (Tablas 1 y 2) las especies fúngicas más frecuentes en los dos años resultaron *Alternaria* sp., *Epicoccum* sp., *Nigrospora* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp. y *Bipolaris* sp. El genotipo más afectado fue Camba y el menos Dlg. coincidiendo con el orden del porcentaje de incidencia. Camba presenta pilosidad o rugosidad de sus glumelas lo que puede favorecer la localización de elementos reproductivos de los patógenos, mientras la superficie del cariopse en Dlg es más glabra.

Tabla 2. Valores medios de Incidencia y presencia de *Epicoccum* sp., *Nigrospora* sp., *Cladosporium* sp. y *Bipolaris* sp. en los 2 años agrícolas y las 3 variedades (expresados en %).

	Incidencia	<i>Epicoccum</i> sp.	<i>Nigrospora</i> sp.	<i>Cladosporium</i> sp.	<i>Bipolaris</i> sp.
Años agrícolas					
2010-11	49,6 a	9,6 b	8,8 a	2,4 a	0,6 a
2012-13	49,5 a	30,2 a	12,4 a	0 b	1,3 a
Variedades					
Don Justo	55,6 b	23,8 a	1,3 b	0,5 b	0,8 a
Camba	63,7 a	20,8 a	17,0 a	2,7 a	2,0 a
Don Ignacio	29,3 c	15,0 a	10,5 ab	0,5 b	0 a
Promedio general	49,5	19,9	10,6	1,2	0,9

Letras diferentes en columnas expresan diferencias significativas (LSD, $p < 0,05$).

Alternaria resultó la especie más frecuente en todos los genotipos y en los dos años. , siendo, según la bibliografía, el patógeno más frecuente en el manchado del grano de arroz (Gutiérrez y Mazzanti de Castañón, 2001; Broggi *et al* 2007; Pinciroli *et al.*, 2013; entre otros autores). Está localizada en las glumas y causando manchas negras y en el endosperma contribuye a reducir la calidad del grano. Durante la germinación puede producir manchas en grano o reducir el vigor de las plántulas (Nottenghem *et al.* 1997). Causa daño entre 15 y 25°C. Si bien la presencia de *Alternaria* sp. fue mayor en el segundo año, presentó diferencias según genotipo (Tabla 2). Camba presentó elevados valores en ambos años posiblemente esto se deba a que, por su germoplasma tropical, esta variedad es más exigente en temperatura y La Plata es considerada una zona templada para el cultivo de arroz. En las variedades DJ y Dlg (desarrolladas en esta localidad) se observó menor presencia de *Alternaria* sp. en el primer año, posiblemente debido a las menores precipitaciones durante el periodo de llenado de grano durante este año agrícola (Tabla 1). En condición de cultivo *in vitro* del hongo su permanencia fue mayor con un contenido de humedad del 62 % (Hamamatsu *et al.*, 1993).

La presencia de *Epicoccum* sp. fue mayor en el segundo año para todos los genotipos, posiblemente por una gran dependencia de los factores ambientales en el desarrollo de la enfermedad.

Nigrospora sp. no se diferenció entre años agrícolas pero si entre genotipos. Camba presentó el mayor valor, le siguió Dlg y por último DJ. Lo que indicaría una mayor predisposición del genotipo.

Los valores de *Fusarium* sp. resultaron diferentes entre años y entre variedades (Tabla 2). Durante el primer año se observó escasa presencia de este patógeno y solo en la variedad Camba. Durante el segundo año su presencia fue mayor en Camba le siguió DJ y por último Dlg. Según Aliante (1997) esta especie aparece preferentemente cuando las temperaturas resultan más bajas. Las temperaturas durante el periodo de llenado de grano

fueron menores el segundo año, especialmente la temperatura media del mes de marzo, con valores de 14 y 11,9 °C para los años 2011 y 2013 respectivamente.

Se observó *Cladosporium* sp. en forma más abundante durante el primer año y en Camba; mientras la presencia de *Bipolaris* sp. no se diferenció entre años ni entre variedades.

CONCLUSIONES

Cuantitativamente las especies fúngicas más frecuentes en los dos años resultaron *Alternaria* sp., *Epicoccum* sp., *Nigrospora* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp. y *Bipolaris* sp. con porcentajes de presencia de 47,6; 19,9; 10,6; 2,4; 1,2 y 0,9% respectivamente.

En términos generales, la presencia de la mayoría de las especies resultó mayor en el segundo año. Las condiciones meteorológicas de menor temperatura y mayores precipitaciones acumuladas durante el año agrícola 2012-13 pueden haber influido en este resultado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALIONTE, G. The incidente of rice diseases in Romanian climate conditions. **Cahiers Options Méditerranéennes**, Montpellier, v.15, n. 3, p: 7-18, 1997.
- BROGGI, L. E; GONZALES H. H. L; RESNIK, S. L. y PACIN A. *Alternaria alternata* prevalece in cereal grain and soybean seeds from Entre Ríos, Argentina. **Revista Iberoamericana de Micología**; Bilbao, v. 24, p. 47-51, 2007.
- BROWN, D. M. Heat unit for corn in Southern Ontario. Ontario ministry of agriculture and food, Toronto, Factsheet, Agdex 111/31, 1969.
- HAMAMATSU, K. *et al.* Biological Heat Generation by the cultivation of *Alternaria alternata* in rice bran, **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v.43, p.141-145, 1993
- GUTIERREZ, S. A. MAZZANTI de CASTAÑÓN M.A. **Hongos asociados a granos manchados de arroz**. 2001. <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2001/5-Agrarias/A-052.pdf>. Acceso en: 14 may. 2015.
- KRISHNAN, P. and RAO, S. A. V. Effects of genotype and environment on seed yield and quality of rice. **Journal of Agricultural Science**; Cambridge, v.143, p. 283-292. 2005.
- NOTTENGHEM, J. L.; ROUX-CUVELIER M.; ANDRÉ F and ROUMEN E. Rice diseases in the Camarque (France) **Cahiers Options Méditerranéennes**, v. 15, n. 3 p. 41-44, 1997.
- OU, S. H. **Rice Diseases**. CAB Internacional Mycological Institute Kew, Surrey, England, 368 p. 1972.
- PINCIROLI, M., *et al.* Manchado del grano de arroz: efecto de la fertilización nitrogenada **Revista de la Facultad de Agronomía (UNLP)**, La Plata, v. 105, n.2, p. 88-96, 2004.
- PROARROZ. **Nuevas variedades de arroz** <http://www.proarroz.com.ar/variedades.php?pag=camba>. Acceso en: 31 mar. 2015.
- SISTERNA, M. N. and G. M. DAL BELLO. *Curvularia protuberata*, a new seed borne pathogen of rice. **Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica**, Budapest, v. 33, p. 111-114, 1998.
- PINCIROLI, M.; *et al.* Mycobiota evolution during storage of paddy, brown and milled rice in different genotypes. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 39, p. 157-161, 2013.

MANEJO NO CONTROLE DE BRUSONE NA CULTURA DO ARROZ-IRRIGADO.

Tassiane, B. Morais¹; Danie, M. Sanchotene²; Paulo Passinato³; Sandriane, N. Rodrigues⁴; Leandro, L. Spatt⁵; Alessandra Breitenbach⁶.

Palavras chave: Fungicida, *Pyricularia oryzae*; *Oryza sativa*; controle químico.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma planta semi-aquática pertencente à família Poaceae (Gramineae) e é uma das mais importantes plantas cultivadas do mundo. Por ser uma cultura de ampla adaptação em diferentes tipos de solo e clima seu potencial produtivo vem aumentando, chegando a produzir mundialmente, aproximadamente, 750 milhões de toneladas (FAO, 2014). O Brasil, um dos maiores produtores da cultura, atingiu 12.399,5 milhões de toneladas na safra 2014/2015, sendo o estado do Rio Grande do Sul o maior produtor do país, com mais de oito milhões de toneladas, obtendo um aumento de 4% com relação à safra 2013/2014 (CONAB, 2015), seguido por Santa Catarina com mais de um milhão de toneladas.

No entanto, a produtividade e qualidade dos grãos podem ser prejudicadas devido ao aparecimento de doenças nas plantas, dentre estas, destaca-se a brusone. A brusone, doença causada pelo patógeno *Pyricularia oryzae*, se desenvolve desde os estádios iniciais de desenvolvimento até a fase final de produção de grãos, provocando lesões alongadas nas folhas de coloração marrom e manchas na panícula, podendo causar o chochamento total dos grãos (NETO, 2008).

Condições favoráveis para a doença são temperaturas que variam dos 20°C ao 25°C, umidade relativa superior aos 93% e baixa luminosidade. (EMBRAPA, 2002). A perda do peso de grãos por plantas atacadas pelo patógeno é de cerca de 8 a 14% e pode-se encontrar 19 a 55% das espiguetas vazias em áreas atacadas (AGROLINK, 2014). A doença pode produzir perdas de até 100% na produtividade do arroz (PRABHU et al., 2009).

O manejo integrado de brusone objetiva controlar a população do patógeno a níveis toleráveis, sem causar danos econômicos à cultura, mediante a adoção de um conjunto de medidas preventivas, de maneira não isolada, como a resistência genética da cultivar, práticas culturais e controle químico (PRABHU & FILIPPI 2006). No manejo integrado da brusone, o fungicida é um componente importante, devido a curta durabilidade da resistência vertical e ao aumento da susceptibilidade das cultivares com resistência parcial, (PRABHU & FILIPPI 2006).

A eficiência do uso de fungicidas químicos na proteção das plantas está ligada a diversos fatores e, depende dos produtos utilizados, o intervalo de aplicação, as misturas utilizadas, entre outros. O fungicida utilizado deve ser tóxico ao patógeno e ter grande estabilidade metabólica, mesmo nas condições mais adversas de clima. Deve ser de baixo impacto ambiental e não fitotóxico à planta, evitando, assim, danos ao meio ambiente (AZEVEDO 2001).

¹ Aluna de Mestrado do Programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola UFSM – Rua Venâncio Aires, 1154, apto 31. Santa Maria, RS, Brasil. tassiane_b_morais@hotmail.com

² Professor Doutor da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI/Santiago.

³ Pesquisador da Empresa Arysta LifeScience.

⁴ Aluna de Pós-graduação em Agrobiologia – UFSM

⁵ Eng. Agrônomo

⁶ Aluno de Graduação em Engenharia Ambiental, UNIFRA-SM.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho de diferentes programas de controle químico para brusone, na cultura do arroz-irrigado, envolvendo diferentes ingredientes ativos, para que possamos obter informações de manejos no controle deste patógeno.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em área comercial, no município de Itaqui-RS, na safra agrícola 2014/2015, a uma latitude 29°23'61,23"S e longitude 56°33'70,03" WO. A semeadura da cultura ocorreu de maneira mecanizada, sendo realizada no dia 28/11/2014, com a cultivar Guri Intá CL, com espaçamento entre linhas de 0,17 m e, densidade de semeadura de 100 kg de sementes.ha⁻¹. Na área, foi realizado o preparo convencional, com três operações de gradagem e uma operação de nivelamento. Adubação de base com 320 Kg.ha⁻¹ do adubo formulado 05-20-20.

Adubação de cobertura com 200 Kg/ha de ureia (46-00-00), parcelado em duas aplicações, a primeira com 120 Kg/ha no perfilhamento e a segunda com 80 Kg/ha na diferenciação do primórdio floral. Os demais tratos culturais foram conduzidos conforme a recomendação técnica para a cultura (SOSBAI, 2014).

O ensaio foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições. A unidade experimental foi constituída de parcelas com 18 m² (3 metros de largura e 6 metros de comprimento). A taxa de aplicação foi de 200 L.ha⁻¹. Sendo que, a primeira aplicação dos tratamentos ocorreu no emborrachamento da cultura e, a segunda aplicação 15 dias após, quando o arroz encontrava-se nos estágios 39 e 45, conforme a escala BBCH. Para a aplicação foi utilizado um pulverizador costal pressurizado a CO₂ contendo barra de 2,5 m munido de seis pontas do tipo teejet 110.02.

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos, doses de ingrediente ativo e doses do produto comercial no controle de brusone, cultivar de arroz irrigado Guri Intá CL. Itaqui - RS 2015.

Nº	TRATAMENTOS	Dose P.C Kg ou L.há ⁻¹	Doses i.a. g.ha ⁻¹
1	Testemunha	-	-
2	Trifloxistrobina+Tebuconazol*	0,75	75 + 150
3	Casugamicina*	1,5	30
4	Tricyclazole*	0,3	325

*Adicionado óleo vegetal a 0,5% v.v.

As avaliações foram realizadas previamente (anterior à aplicação dos tratamentos) e severidade da doença aos 07, 14, 21 e 28 DAA2 (dias após a segunda aplicação dos tratamentos fungicidas). Para fins de avaliações utilizou-se a escala diagramática proposta por Azevedo (1998) e para avaliação da eficiência agrônômica para controle de *Pyricularia oryzae* na cultura do arroz irrigado, utilizou-se a fórmula de Abbott (1925). Foi calculada a AACPD (área abaixo da curva de progresso da doença) no final das avaliações, segundo CAMPBELL & MADDEN (1990).

Os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (P≤0,05). Os dados de severidade de doenças foram transformados para $yt = ar \cos en (y + 100/)$ 5,0, e os demais dados em porcentagem para $yt = (y +)5,0$. Para os resultados expressos graficamente, determinou-se o intervalo de confiança (P≤0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A severidade ocasionada pela brusone apresentou distribuição homogênea na área experimental. Todos os tratamentos reduziram a severidade de *Pyricularia oryzae* em relação à testemunha sem aplicação.

Percebe-se uma redução significativa abaixo dos valores de AACPD em função dos tratamentos fungicidas quando comparados aos dados da testemunha sem controle (Tabela 2). Todos os manejos foram eficientes no controle de brusone até 28 dias após a segunda aplicação dos tratamentos fungicidas.

Tabela 2 – AACPD de brusone, em função dos diferentes manejos químicos, na cultura do arroz-irrigado. Itaqui - RS 2015

Nº	TRATAMENTOS ¹	AACPD	Efic (%)	Produtividade (kg.ha ⁻¹)
1	Testemunha	310,18a ²	0,0	7002, 50b
2	Trifloxistrobina+Tebuconazol	35,17b	88,7	7117,50ab
3	Casugamicina	50,05b	83,9	7065,00ab
4	Tricyclazole	29,22b	90,6	7132,50a
CV	-	9,99	-	0,74

¹ Tratamentos fungicidas aplicados

² Médias não seguidas pelas mesmas letras nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade erro.

A Tabela 2 apresenta o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e porcentagem de controle dos tratamentos fungicidas aplicados para controle de *Pyricularia oryzae* (brusone) na cultura do arroz-irrigado. Analisando os dados apresentados na Tabela 2, infere-se que o tratamento Trifloxistrobina+Tebuconazol na dose (0,750 L.ha⁻¹), Casugamicina na dose (1,5 L.ha⁻¹) e Tricyclazole na dose (0,3 kg.ha⁻¹) apresentaram controle eficiente (igual ou superior a 80%) até 28 DA2A (dias após a segunda aplicação), sobre *P.oryzae* com médias de 88,7%, 83,9% e 90,6%, respectivamente, de acordo com dados obtidos com o cálculo de AACPD.

Dallagnol et al. (2006) relataram que a redução de severidade de doenças foliares incrementou significativamente a produção de grãos, com aumento médio de 27,2. Não foram observados sintomas de fitotoxicidade na cultura do arroz-irrigado, após as aplicações de fungicidas, na cultivar Guri Intá CL.

Dessa forma, os tratamentos estudados apresentam-se como um manejo alternativo no controle de brusone, na cultura de arroz-irrigado, evitando o desenvolvimento do patógeno na cultura.

CONCLUSÃO

A escolha de um adequado fungicida é fundamental para o controle eficiente nas diferentes doenças da cultura do arroz-irrigado, especialmente brusone, que é considerada a principal doença que acomete a cultura.

Todos os tratamentos proporcionaram controle eficiente sobre *Pyricularia oryzae*, se comparado com a testemunha sem aplicação de fungicida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, W.S., A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Riverside, v.18, p. 265-267. 1925.
- AZEVEDO, L. A. S. **Proteção integrada de plantas com fungicidas: teoria, prática e manejo**. São Paulo: Emapi, 2001.
- AGROLINK. Arroz, Brusone. Disponível em: http://www.agrolink.com.br/culturas/arroz/brusone_1742.html. Acesso em: 10/06/2015.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**, quarto levantamento, janeiro 2015. Disponível em: < http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_01_09_09_00_21_boletim_graos_janeiro_2015.pdf> Acesso em: 04 junho 2015.
- EMBRAPA. **Manejo da Brusone no Arroz de Terras Altas**. Edição 1. Santo Antônio de Goiás, GO: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO - ISSN 1678-9636, 2002. 6p. (EMBRAPA – ISSN. Circular Técnica, 52).
- FAO. **Food and Agricultural Organization**. Disponível em: < <https://www.fao.org.br/>>. Acesso em: 10 junho. 2015.
- NETO, J. J. D. *Magnaporthe grisea: biologia e identificação de patótipos isolados de plantas de arroz na região tropical do Brasil*. **Dissertação** (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Tocantins. Gurupi, 2008. 97p.
- PRABHU G, SHIMAZU H, CERRI G, BROCHIER T, SPINKS RL, MAIER M., et al. Modulation of primary motor cortex outputs from ventral premotor cortex during visually guided grasp in the macaque monkey. **The Journal of Physiology**, 587: 1057–1069, 2009.
- PRABHU, A.S, FILIPPI, M.C (2006) Brusone em arroz: controle genético, progresso e perspectivas. Santo Antônio de Goiás GO. **Embrapa Arroz e Feijão**.

PROCESSO DE COZÇÃO DO ARROZ E SEU EFEITO SOBRE OS NÍVEIS DE AFLATOXINAS

Luciana Prietto¹, Paola Moraes², Rosana Basso Kraus³, Claudia Fetter⁴, Eliana Badiale-Furlong⁵

Palavras chave: micotoxinas, alimentos, tratamento térmico.

INTRODUÇÃO

As aflatoxinas (AFLAs) são metabólitos secundários produzidos por várias espécies do fungo *Aspergillus*, sendo as principais AFLAB₁, AFLAB₂, AFLAG₁ e AFLAG₂. A AFLAB₁ é considerada a mais tóxica e a mais frequentemente encontrada em alimentos (HWANG e LEE, 2006). A exposição a aflatoxinas gera doença denominada aflatoxicose, porém nem sempre reconhecida como patologia específica, pois os sintomas agudos são semelhantes ao desencadeado por diversos tipos de contaminantes. Nos níveis crônicos os sintomas são relacionados a danos hepáticos, incluindo a carcinogenicidade (ROCHA et al., 2014; ZAIN, 2011).

Um outro aspecto que acentua o risco de contaminação humana pela ingestão decorre do fato que estas toxinas são estáveis, resistente ao calor, portanto difíceis de serem degradadas em alimentos, mesmo após tratamento térmico (ROCHA et al. 2014). Em vista disto a RDC nº7 que estabelece limite de 5 ppm de aflatoxinas para alguns alimentos como arroz, porém este limite é referente a produtos crus, porém considerando que arroz é um alimento consumido diariamente pela população, maior atenção deve ser dada a este cereal que se contaminado mesmo em níveis inferiores ao permitido pode promover a exposição crônica. Assim é interessante verificar se a forma o preparo doméstico pode contribuir para diminuir os níveis destes contaminantes ingeridos (BECKER-ALGERI et al., 2013; BULLERMAN e BIANCHINI, 2007). Neste trabalho foi estudada a degradação de aflatoxinas em arroz submetido ao processo doméstico de cozção.

MATERIAL E MÉTODOS

Preparo dos padrões de aflatoxinas

As soluções de aflatoxinas B₁, B₂, G₁ e G₂(AFLAB₁, AFLAB₂, AFLAG₁ e AFLAG₂) foram preparadas pela dissolução dos padrões sólidos de forma a resultarem concentrações de 10 µg/mL de cada aflatoxina. (AOAC, 2000). Todas as soluções foram secas e armazenadas a -18°C.

Cocção do arroz

Arroz branco polido, foi adquirido no comércio local da cidade de Rio Grande/RS. Porções de arroz de massa conhecida foram fortificadas artificialmente com 4; 5 e 6 µg/kg de cada aflatoxina e deixadas em repouso por 24 h, a fim de garantir que todo o solvente fosse evaporado. Cada porção de arroz (20 g de amostra; 0,2 g de NaCl; 0,4 g de óleo de soja comercial) contaminada e o controle (isento de contaminação) foi submetida a processo de cozção em chapa elétrica utilizando 50 mL de água, por um intervalo de 10 min e temperatura de aproximadamente 100°C, até que toda a água adicionada inicialmente tivesse sido absorvida pelos grãos ou evaporada. Os percentuais de degradação das aflatoxinas foram estimados pela diferença entre os níveis iniciais dos contaminantes e os residuais determinados após os tratamentos (BECKER-ALGERI et al. 2013).

¹Engenheira de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande, Campus Carreiros – Avenida Itália, Km 08 – Caixa Postal 474 – 96.201-900 Rio Grande – RS – Brasil, lucianaprietto@gmail.com.

²Engenheira de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande.

³Estudante de graduação Engenharia Bioquímica, Universidade Federal do Rio Grande

⁴Estudante de graduação Engenharia Bioquímica, Universidade Federal do Rio Grande

⁵Prof. Dr. Ciência de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande

Determinação das aflatoxinas

As aflatoxinas foram extraídas conforme o método de SOARES; RODRIGUEZ-AMAYA, (1989), minimizado para limitar o gasto de reagentes e geração de resíduos para descarte. A quantificação das aflatoxinas foi realizado em um cromatógrafo líquido de alta eficiência acoplado a um detector de fluorescência equipado com coluna C18. As micotoxinas eluídas com solução aquosa acidificada e acetonitrila foram identificadas pelo tempo de retenção e quantificadas com curva padrão externa para cada uma delas. Para controle do equipamento e tratamento dos resultados foi utilizado o *software* LC Solution.

Análise estatística

A análise estatística dos resultados foi realizada com auxílio do programa Statistica 7.0, utilizando ANOVA para comparação das médias de degradação de cada AFLA (B₁, B₂, G₁ e G₂) utilizando Tukey com 95% de confiança, para verificar quais amostras que apresentavam diferença significativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros cromatográficos adotados para determinação em HPLC–FL permitiram separação das aflatoxinas, resultando em tempos de retenção de 12,5; 15,0; 18,5 e 22,4 min para AFLAG₂, AFLAG₁, AFLAB₂ e AFLAB₁, respectivamente e tempo total de corrida de 25 min, que não promovia o alargamento das bandas cromatográficas. O método de extração das aflatoxinas apresentou curvas padrão com coeficiente de correlação superior a 0,99. Os limites de quantificação foram de 0,3 µg/kg para as AFLAB₁ e G₁, e 0,07 µg/kg para as AFLAB₂ e G₂. O percentual de recuperações foi maior no endosperma, variando entre 83% para AFLAG₁ e 100% para AFLAG₂. Os resultados da degradação podem ser observados na Figura 1.

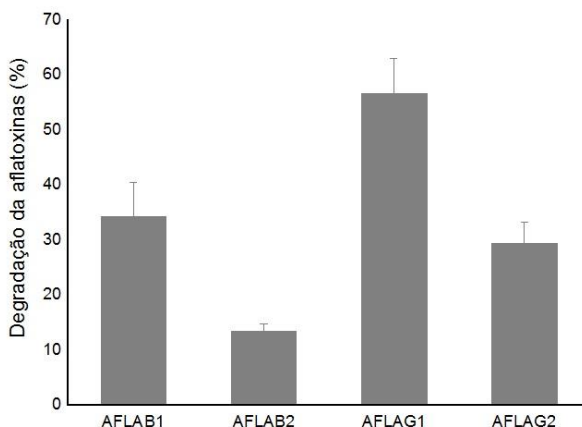


Figura 1. Degradação das aflatoxinas em arroz durante a cocção em chapa elétrica

As condições de tempo, temperatura utilizados para cocção do arroz foram estabelecidos como sendo os necessários para que o arroz apresentasse textura adequada conforme os hábitos de consumo nacional, ou seja, mais próximo do preparo doméstico. Todas as aflatoxinas avaliadas tiveram seus níveis iniciais reduzidos em decorrência do processo de cocção, sendo que a AFLAG₁ apresentou o maior efeito do tratamento térmico, cuja redução

foi ao redor dos 60 % de degradação. Seguido da AFLAB₁, o que é interessante devido esta micotoxina ser considerada a mais tóxica entre as estudadas e a mais frequentemente detectada em cereais. Outros autores já demonstraram a degradação parcial das aflatoxinas com o tratamento hidrotérmico (Park et al. 2005). No entanto, embora o processo de cocção do arroz tenha diminuído os níveis iniciais de contaminação, não evitariam a exposição crônica pelo fato que o arroz e seus derivados são consumidos diariamente por grande parte da população brasileira.

Portanto mais estudos são necessários a fim de verificar a influência de outros tipos de preparo de alimentos assim como a influência de outras variáveis como quantidade de água, fonte de aquecimento, tempo, temperatura a fim de recomendar formas de preparo para diminuir os níveis de exposição de humanos a esse tipo de contaminante.

CONCLUSÃO

O processo convencional de cocção do arroz pode reduzir os níveis de aflatoxinas, sem no entanto eliminar o risco de exposição a estes contaminantes. Portanto cuidados no cultivo, manejo e estocagem do arroz também são importantes pois o preparo dificilmente elimina totalmente os contaminantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis of International**. 17 th, CD-ROM, 2000.

BECKER-ALGERI, T. A. et al. Thermal treatments and their effects on the fumonisin B1 level in rice. **Food Control**, Rio Grande, v. 34, n. 2, p. 488 e 493, dezembro 2013.

BULLERMAN, L. B.; BIANCHINI, A. Stability of mycotoxins during food processing. **International Journal of Food Microbiology**, Lincoln, v.119, p. 140–146, outubro 2007.

HWANG, J. H.; LEE, K. G.; Reduction of aflatoxin B1 contamination in wheat by various cooking treatments. **Food Chemistry**, Seoul, v. 98, p.71–75, abril, 2006.

PARK, J. W. et al. Fungal mycoflora and mycotoxins in Korean polished Rice destined for humans. **International Journal of Food Microbiology**, v. 15, n. 103, p. 305-314, setembro 2005.

ROCHA, M. E. B. et al. Mycotoxins and their effects on human and animal health. **Food Control**, Quixadá, v. 36, n.1 , p. 159 e 165, fevereiro 2014.

SOARES L.M.V., RODRIGUEZ-AMAYA D.B. Survey of aflatoxins, ochratoxin A, zearalenone, and sterigmatocystin in some Brazilian foods by using multi-toxin thin-layer chromatographic method. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v.72, n.1, p. 22-6, fevereiro 1989.

QUALIDADE FISIOLÓGICA E RETENÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS EM SEMENTES DE ARROZ ASSOCIADAS A POLÍMEROS

Lovane Klein Fagundes¹; Ubirajara Russi Nunes²; Tiele Stuker Fernandes³; Eduardo José Ludwig⁴; Vitor Henrique Linn⁴; Ana Paula Mezzalira⁴; Joner Silveira Dalcin³

Palavras-chave: Vigor, emergência, tratamento de sementes.

INTRODUÇÃO

A principal fonte de propagação das espécies agrícolas é através das sementes, por isso ela deve ser provida de boas características físicas, fisiológicas, sanitárias e genéticas. O tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas tem como objetivo proteger as plântulas nos estádios iniciais de desenvolvimento. Sob esse aspecto, o uso de polímeros associados ao tratamento fitossanitário tem se apresentado como uma nova tecnologia, ainda pouco estudada em algumas espécies agrícolas, tais como no arroz. Desta forma, o objetivo desse trabalho foi verificar o potencial de retenção química de polímeros associados ao tratamento de sementes e seus efeitos na germinação e vigor de plântulas de arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes do Departamento de Fitotecnia e no Laboratório de Análise de Resíduos de Pesticidas (LARP), do Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Maria. Foram utilizadas sementes de arroz irrigado da cultivar BRS Sinuelo CL, adaptada para o cultivo no estado do Rio Grande do Sul (SOSBAI, 2010). As sementes foram submetidas a tratamento fitossanitário com o fungicida de nome comercial Maxim XL (i.a: metalaxil-M 25g L⁻¹ + fludioxonil 10g L⁻¹) na dose de 3 mL kg⁻¹ do produto comercial, aliado ao inseticida de nome comercial Cruiser 350 FS (i.a. thiamethoxam 350g L⁻¹) na dose de 4 mL kg⁻¹ do produto comercial. Após o tratamento fitossanitário as sementes foram recobertas pelos polímeros: Florite 1127 (Nitral Urbana) (pol 1) na dose de 3 ml kg⁻¹ de semente; Resina Sólida GV5 (Laborsan Brasil) (pol 2) na dose de 2 ml kg⁻¹ semente; Polyseed CF (Rigrantec) (pol 3) na dose 0,4mL kg⁻¹ de semente; e Vermelho Dynassed DAC - BTE (Dynatech) (pol 4) na dose de 3 mL kg⁻¹ de semente. Para critérios de comparação, as sementes controle não receberam tratamento fitossanitário (Tabela 1).

Tabela 1. Relação dos tratamentos realizados em sementes de arroz BRS Sinuelo CL.

Tratamento de sementes
T1 = controle
T2 = tratamento fitossanitário
T3 = tratamento fitossanitário + pol 1
T4 = tratamento fitossanitário + pol 2
T5 = tratamento fitossanitário + pol 3
T6 = tratamento fitossanitário + pol 4

¹ Aluna de Pós-Graduação, UFSM, lovklein@yahoo.com.br

² Prof. Dr, UFSM.

³ Aluno(a) de Pós-Graduação, UFSM.

⁴ Aluno(a) de graduação, UFSM.

Após os tratamentos, as sementes permaneceram em repouso por 24 horas e foram submetidas aos testes de germinação, primeira contagem (vigor), índice de velocidade de germinação, teste de frio, comprimento da parte aérea e radícula e massa seca das plântulas (BRASIL, 2009; NAKAGAWA, 1999). Para os testes de germinação, vigor e IVG, as sementes foram semeadas em rolos de papel de germinação, umedecidos a 2,5 vezes o peso do papel seco, e levados a B.O.D. aonde permaneceram sob luz constante e temperatura de 25°C. A avaliação sanitária das sementes foi realizada através do *Blotter Test*, conforme Barnett & Hunter (1998).

Para determinar a retenção de fungicida e inseticida foi montado um extrator com tubos de PVC, onde neles foi colocado areia esterilizada. Os tubos de PVC foram fechados com rede de tule e papel filtro na parte inferior. Nos tubos foram colocadas 5 sementes de arroz por unidade, totalizando 24 unidades experimentais com seis tratamentos e quatro repetições por tratamento. Após a semeadura foi simulada uma precipitação pluvial de 50 mm durante 10 minutos. A água percorreu a coluna de PVC e o lixiviado foi coletado em frascos de vidro. A análise do lixiviado foi realizada através da Cromatografia Líquida acoplada à espectrometria de massas (Hultra-ligh Pressure Liquid Cromatograpy UHPLC-MS/MS), para a detecção dos compostos ativos do fungicida e do inseticida, o Metalaxil (25g L⁻¹) e o Tiametoxam (350g L⁻¹), respectivamente. Os tubos contendo areia e semente permaneceram a uma temperatura de 25°C e luz constante por quatorze dias, quando foi avaliado a emergência, o comprimento da radícula, o comprimento da parte aérea e a massa seca de plântulas. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) e os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA). A diferença entre as médias foi estabelecida pelo teste de Scott-Knott (P≤0,05) por meio do *software* Sisvar (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O lote de sementes da cultivar BRS Sinuelo CL apresentou peso de mil sementes de 26,58 gramas e umidade de 11%. A germinação e vigor foram acima de 80%.

Para os parâmetros de germinação e massa seca não houve diferenças significativas, ou seja, o uso do tratamento fitossanitário associado ou não a polímeros não interferiu na qualidade do lote. Por outro lado, nos testes de comprimento da parte aérea e radícula houve diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Dados médios da primeira contagem (PC), da germinação (G), do índice de velocidade de germinação (IVG), do teste de frio (F), do comprimento da parte aérea (CPA), do comprimento da raiz primária (CR) e da massa seca (MS) de sementes de arroz da cultivar BRS Sinuelo.

Tratamentos de sementes	PC(%)	G(%)	IVG	F(%)	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
1	84 a1	88 a1	18 a2	78 a1	22 a2	77 a2	23 a1
2	79 a1	92 a1	16 a1	87 a2	18 a1	67 a1	23 a1
3	82 a1	90 a1	17 a1	86 a2	18 a1	65 a1	23 a1
4	83 a1	91 a1	16 a1	88 a2	18 a1	63 a1	23 a1
5	85 a1	91 a1	17 a2	85 a2	17 a1	64 a1	23 a1
6	86 a1	90 a1	18 a2	88 a2	18 a1	61 a1	23 a1
Média	83	90	17	86	18	66	23
CV (%)	6	5	7	6	12	8	4

¹ Médias seguidas pela mesma letra e número na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, P≤0,05.

O teste de frio foi sugerido por Cícero & Vieira (1994), como sendo o mais adequado para analisar a eficiência do tratamento fitossanitário. Os resultados encontrados nesse trabalho comprovam esta afirmação, pois na análise sanitária (tabela 3) o uso do tratamento fitossanitário, associado ou não a polímeros, foi eficaz no controle de fungos presentes nas sementes, em especial àqueles fungos que podem ser fitopatogênicos como, *Fusarium* sp. e *Dreschlera* sp.(TABELA 2). Esse fato pode ter ocorrido em função de que os microrganismos podem ter encontrado, nas condições do teste de frio, um ambiente mais favorável para o seu desenvolvimento, quando as sementes não estavam protegidas.

Tabela 3. Dados médios da análise sanitária (presença de fungos) encontrados em sementes de arroz (BRS Sinuelo), submetidas aos tratamentos. Santa Maria, 2013.

Tratamento de sementes	<i>Fusarium</i> sp.(%)	<i>Penicillium</i> sp.(%)	<i>Aspergillus</i> sp.(%)	<i>Dreschlera</i> sp.(%)
1	5,9 a2	0,7 a1	0,7 a1	3,0 a2
2	3,2 a1	0,7 a1	0,7 a1	0,7 a1
3	2,4 a1	0,7 a1	0,7 a1	0,7 a1
4	3,0 a1	0,7 a1	0,7 a1	0,7 a1
5	2,8 a1	1,1 a1	1,1 a1	0,7 a1
6	3,4 a1	0,9 a1	0,9 a1	0,7 a1
Média	3,5	0,8	0,8	1,1
CV(%)	47	42	42	43

¹ Médias seguidas pela mesma letra e número na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, $P \leq 0,05$.

A tabela 4 apresenta a análise estatística somente do composto presente no inseticida, Thiometoxan (350 g L^{-1}), pois a quantidade de Metalaxil (25 g L^{-1}) presente no fungicida foi inferior ao limite de detecção do método. Os tratamentos T4, T5 e T6 apresentaram menor retenção do Thiometoxan nas sementes quando comparados aos tratamentos T2 e T3. Esses dados corroboram com Reichenbach (2004) que afirma que os polímeros utilizados no tratamento de sementes podem aumentar a retenção e a uniformidade de distribuição do tratamento fitossanitário na superfície das sementes.

Tabela 4- Resultado da concentração de Thiometoxan (350 g L^{-1}) em amostras do lixiviado, detectado através da Cromatografia Líquida acoplada à espectrometria de massas, em Laboratório de Análise de Resíduos e Pesticidas (LARP/UFSM).

Tratamento de sementes/I.A	Thiometoxan ($\mu\text{g L}^{-1}$)
1	0,0 a1
2	1522,6 a3
3	1675,9 a3
4	937,1 a2
5	1041,3 a2
6	1028,0 a2
Média	1034,2
CV(%)	21

¹ Médias seguidas pela mesma letra e número na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, $P \leq 0,05$.

O recobrimento com polímeros associado ao tratamento fitossanitário não afetou a qualidade fisiológica das sementes conforme observados nos parâmetros de emergência,

do comprimento de plântulas e da massa seca (Tabela 5).

Tabela 5. Dados médios de emergência (EM), do comprimento da parte aérea (CPA), do comprimento da raiz primária (CR) e da massa seca (MS)

Trat. Sementes	EM (%)	CPA (mm)	CR(mm)	MS (mg)
1	80 a1	48 a1	79 a1	97 a1
2	90 a1	54 a1	81 a1	103 a1
3	90 a1	53 a1	77 a1	103 a1
4	95 a1	57 a1	104 a1	110 a1
5	100 a1	54 a1	93 a1	118 a1
6	80 a1	55 a1	89 a1	97 a1
Média	89	54	87	105
CV(%)	14	15,5	17	14

¹ Médias seguidas pela mesma letra e número na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, P≤0,05.

CONCLUSÃO

O fungicida metalaxil + fludioxonil e o inseticida thiamethoxam, associados ou não a polímeros, não afetaram a qualidade fisiológica através dos testes de germinação e vigor.

Os polímeros Resina Sólida, Polyseed CF e Vermelho Dynasseed DAC foram mais eficientes na retenção do ingrediente ativo Thiometoxan , junto às sementes de arroz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARNETT, H.L, HUNTER, B.B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. Minneapolis: Burgess Publishing Company, v.3, p.241,1972.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, p.395, 2009b.
- CÍCERO, S.M.; VIEIRA, R.D. Teste de frio. In: VIEIRA, R.D. & CARVALHO, N.M. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.151-164.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F.C. et al. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999.Cap.2, p.1-24.
- REICHENBACH, J. **Film-coating para agregar qualidade e segurança**. Seed News, n.1, 2004.
- SOSBAI, Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. **ARROZ IRRIGADO: Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil. XXVIII REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO**. Porto Alegre, p.188, 2010.

SEVERIDADE DA BRUSONE EM ARROZ IRRIGADO SOB CURVAS DE RESPOSTA A NITROGÊNIO EM DUAS ÉPOCAS DE SEMEADURA.

Cláudio Ogoshi¹, Filipe Selau Carlos², Rodrigo Schoenfeld², Willian Odorizzi³, Daniel Arthur Gaklik Waldow².

Palavras-chave: *Magnaporthe oryzae*, adubação nitrogenada, manejo de doenças.

INTRODUÇÃO

O Rio Grande do Sul é o responsável por mais da metade da produção de arroz do Brasil (SOSBAI, 2014), sendo que mais de 2/3 da área cultivada com arroz irrigado no estado é semeada com cultivares que são suscetíveis a brusone. Esta é a mais importante doença do arroz e já foi relatada em todas as áreas produtoras de arroz do mundo. Os danos à produção podem chegar a 100 % dependendo da resistência genética da cultivar utilizada, da época de plantio e das condições climáticas (PRABHU et al., 2002).

A adubação equilibrada é um dos componentes essenciais a ser incluída no manejo integrado da brusone, pois plantas com excesso ou deficiência de um determinado nutriente são mais predispostas ao ataque de doenças. Além disso, como a adubação nitrogenada é fundamental na produção do arroz irrigado, e a recomendação de aplicação ser parcelada (SOSBAI, 2014), pode ocorrer excesso de nitrogênio durante o ciclo da cultura o que favorece o ataqued das doenças incluindo a brusone.

Zambolim, Ventura, Zanão Júnior (2012) relatam que a alta concentração de nitrogênio pode promover condições favoráveis para a ocorrência das doenças de plantas, pois o excesso de nitrogênio reduz a espessura das paredes celulares, tornando-as mais fracas, e reduz a produção de compostos fenólicos e de lignina das folhas. Além desses dois fatores as grandes quantidades de N adicionadas promovem o aumento de aminoácidos e de amidas no apoplasto e na superfície foliar. Possivelmente, esses compostos têm maior influência na germinação e desenvolvimento dos conídios, favorecendo dessa forma, o desenvolvimento de doenças fúngicas (MARSCHNER, 1995).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a severidade da brusone nas folhas em função de diferentes doses de nitrogênio em duas épocas de semeadura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental do Arroz – Irga, Cachoeirinha, RS. O solo do onde foi conduzido o protocolo experimental é um Gleissolo Háptico de baixa fertilidade natural cujos atributos químicos estão representados na Tabela 1. As quantidades de nitrogênio aplicadas foram de 0 (controle), 60, 120 e 180 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia (45% de N) com e sem aplicação de fungicida. A primeira época de semeadura foi realizada no dia 29 de outubro de 2014, enquanto que a segunda época foi em 08/12/2014. Utilizou-se a cultivar Guri Inta CL que dentre as cultivares mais semeadas no Rio Grande do Sul está no grupo das que mais apresentam maior suscetibilidade à brusone.

¹Doutor em Fitopatologia, Instituto Rio Grandense do Arroz, Av. Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494, CEP: 94930030-Cachoeirinha-RS, claudio-ogoshi@irga.rs.gov.br

² Eng. Agr. M. Sc. Instituto Rio Grandense do Arroz.

³Estudante Agronomia IFC campus Rio do Sul

Tabela 1 - Caracterização química do solo previamente a instalação do experimento.

Atributo	Argila	MO	pH	P	K	Ca	Mg
Camada	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹		mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³
0-20 cm	180	17	5,5	18,2	21	2,3	1,1

O fungicida aplicado foi a mistura de trifloxistrobina + tebuconazol aplicado em dose única (1,0 L.ha⁻¹) acrescido de óleo mineral na dose de 1,0 L.ha⁻¹. As aplicações na primeira época de semeadura foram nos estádios V8, R0, R2 e R4, enquanto que na segunda época, foram nos estádios V4-V5, V7-V8, R2 e R4. As mesmas foram realizadas com pulverizador costal propelido com CO₂, utilizando volume de calda de 200 L ha⁻¹. As parcelas foram de 3,2 m de largura e 5 m de comprimento.

As avaliações da severidade da brusone nas folhas foram realizadas quando se iniciou o aparecimento dos sintomas e depois de sete em sete dias utilizando uma escala preconizada pelo IRRI (1996). Com os dados de severidade ao longo do tempo, calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de acordo com Shaner e Finney (1977). No fim do ciclo da cultura, foi colhido 2 m² centrais de cada parcela para determinação do rendimento de grãos, com a umidade dos grãos ajustada para 13%.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas e três repetições. Foi realizado o teste de normalidade (Kolmogorov-Smirnov e Shapiro Wilkantes), homogeneidade e análise de resíduos. Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância e as variáveis que demonstraram significância pelo F-teste (p<0,05) foram submetidas à comparação de médias pelo teste de Tukey para as variáveis qualitativas e regressão para as variáveis quantitativas, em 5% de probabilidade de erro com auxílio do programa computacional SAS[®] versão 9.0 (SAS INSTITUTE, 2002).

Resultados e Discussão

Para as duas variáveis analisadas, AACPD e rendimentos, houve diferença significativa somente entre as interações épocas de semeadura x doses de nitrogênio e aplicação de fungicida x doses de nitrogênio (p<0,05).

Para a AACPD, observou-se efeito linear positivo entre as doses de nitrogênio e as duas épocas de semeadura, ou seja, quanto maior a dose, maior a AACPD nas duas épocas de semeadura (Figura 1A). Sendo que na segunda época, que foi mais tardia, a AACPD foi maior para todas as doses de N analisadas em relação à primeira época. Estes resultados demonstram que a adubação equilibrada com nitrogênio e a semeadura na janela recomendada (MENEZES et al., 2012) são ferramentas importantes no manejo integrado da brusone em arroz irrigado.

Além disso, para esta mesma variável, observou-se que o aumento das doses de nitrogênio, com ou sem aplicação de fungicida, aumentou a AACPD, tendo diferenças entre as variáveis com ou sem fungicida somente para as doses 120N e 180N (Figura 1B). Este fato, possivelmente, se deve ao fungicida utilizado neste trabalho, que apresentou pouco efeito no controle da doença o que ficou mais evidente nas duas maiores doses de N, já que se esperava uma AACPD sem alteração e não um aumento como observado. Como este trabalho será repetido na safra 2015/2016, utilizar-se-á outro fungicida para confirmar os resultados observados.

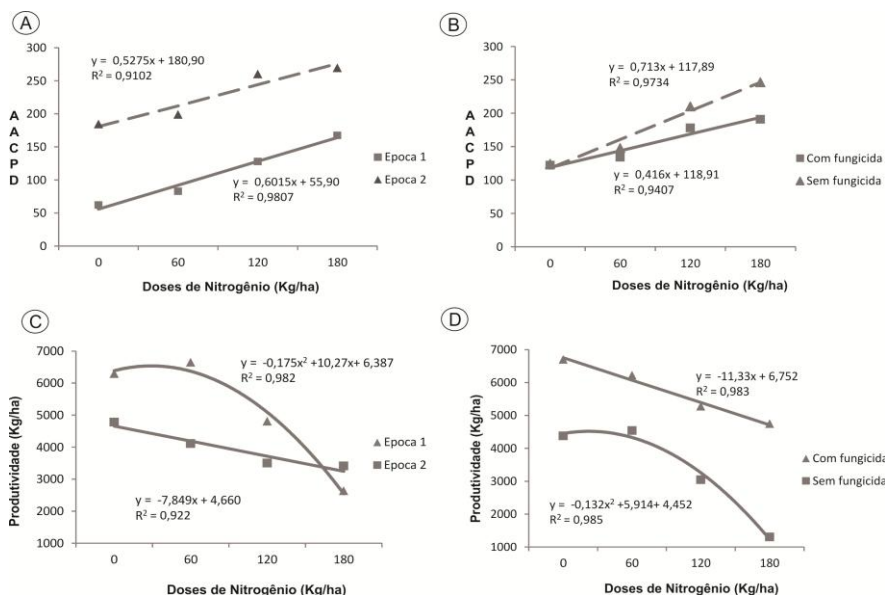


Figura 1. A) Área Abaixo da Curva de Progresso da Brusone nas folhas em função das doses de nitrogênio ($\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) e duas épocas de semeadura. B) Área Abaixo da Curva de Progresso da Brusone nas folhas em função das doses de nitrogênio com ou sem aplicação de fungicida. C) Produtividade ($\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) em função das doses de nitrogênio e duas épocas de semeadura. D) Produtividade em função das doses de nitrogênio com ou sem aplicação de fungicida.

Quanto à variável produtividade, observou-se efeito linear negativo na segunda época de semeadura em função das doses de nitrogênio, e comportamento quadrático negativo para a primeira época, ou seja, quanto maior a dose de nitrogênio, menor o rendimento de grãos para as duas épocas analisadas (Figura 1C). Este fato se deve principalmente pela maior ocorrência da brusone em função dos aumentos das doses de N, ou seja, observou-se que a AACPD foi inversamente proporcional à produtividade.

Além do mais, para a mesma variável, ocorreu comportamento linear negativo para o tratamento com aplicação de fungicida em função das doses de nitrogênio e comportamento quadrático negativo para a variável sem aplicação de fungicida (Figura 1D). Apesar da produtividade ter sido maior para o tratamento com fungicida em relação ao sem fungicida para todas as doses de nitrogênio testadas, observa-se que a mesma decresceu para as duas variáveis individualmente, reforçando a hipótese de que o fungicida testado teve efeito mas não satisfatório no controle da doença.

CONCLUSÕES

Altas doses de nitrogênio promovem o aumento da severidade da brusone nas folhas e consequentemente diminui a produtividade do arroz irrigado principalmente em épocas de semeadura mais tardia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Standard evaluation system for rice**, 4th Edition. Manila- Philippines, 1996.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 2. ed.. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.

MENEZES, V. G. et al. **Projeto 10**: Estratégia de Manejo para Aumento de Produtividade e da Sustentabilidade da Lavoura de Arroz Irrigado do RS: Avanços e Novos Desafios. Cachoeirinha: IRGA, 2012. 104p.

PRABHU, A.S.; FILIPPI, M.C.; ARAÚJO, L.G.; FARIA, J.C. Pathotype diversity of *Pyricularia oryzae* from improved upland rice cultivars in experimental plots. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.27, n.5, p.468-473, 2002.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: statistics, version 9.0. Cary: SAS Institute, 2002.

SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology*, Saint Paul, v. 67, n. 8, p. 1051-1056, Aug. 1977.

SOSBAI. **Arroz Irrigado**: Recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. 30. ed., Bento Gonçalves: SOSBAI, 2014. 192 p.

ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J. A. & ZANÃO JÚNIOR, L. A. **Efeito da nutrição mineral no controle de doenças de plantas**. Viçosa, MG: UFV, 2012. 321p : il.

SEÇÃO 4 - MANEJO DE INSETOS E OUTROS FITÓFAGOS

ASSOCIAÇÃO ENTRE DOSES DE NITROGÊNIO APLICADAS EM ARROZ E INCIDÊNCIA DE *Tibraca limbativentris* STAL (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

José Francisco da Silva Martins¹; Juliano de Bastos Pazini²; Walkyria Bueno Scivittaro³; Alexandre Dias Dutra⁴; Fernando Felisberto da Silva⁵; Enio Júnior Seidel⁶

Palavras-chave: *Oryza sativa*, adubação, inseto-praga, danos

INTRODUÇÃO

As recentes adequações no manejo da cultura do arroz irrigado por inundação tornaram a prática de adubação agronomicamente e economicamente consistente, se constituindo em um dos fatores mais importantes da produção (REUNIÃO, 2014). A adubação nitrogenada é básica à orizicultura, pois aumenta a área foliar da planta, incrementando a eficiência de interceptação da radiação solar e a taxa fotossintética, e dos componentes da produção e, consequentemente, a produtividade de grãos. Porém, o excesso de nitrogênio nas lavouras pode favorecer o desenvolvimento de insetos-praga (VENTURA et al., 2007), os quais, de modo geral, são constituídos por proteínas e, na sua formação utilizam o elemento como principal mineral (MENGEL; KIRKBY, 1987). Assim, torna-se importante conhecer a relação entre teor de nitrogênio nas plantas de arroz e ocorrência de espécies de insetos e outros fitófagos nos arrozais.

Dentre as espécies de insetos-praga do arroz, se destaca o percevejo-do-colmo *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae). Esse inseto pode ocorrer nas fases vegetativa e reprodutiva da cultura, provocando os sintomas de “coração-morto” e “panícula-branca”, respectivamente. É altamente prejudicial aos arrozais no Brasil (MARTINS et al., 2004), onde para cada percevejo adulto/m², é esperada uma redução de 1,2% na produção de grãos (REUNIÃO, 2014).

Esse trabalho objetivou estudar a relação entre diferentes doses de nitrogênio aplicadas em cobertura em arroz irrigado por inundação e a incidência do percevejo-do-colmo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no ano agrícola de 2013/14 em lavoura de arroz conduzida na Estação Experimental de Terras Baixas (ETB) da Embrapa Clima Temperado, município de Capão-do-Leão, RS, localizada a 31°49'19.60"S e 52°17'19.92"W. A cultura foi implantada na segunda quinzena de outubro de 2013 após uma aração e duas passadas de grade, semeando a cultivar BRS Pampa.

O experimento foi conduzido em delineamento experimental em blocos ao acaso (DBC), com cinco repetições, totalizando 12 tratamentos e 60 unidades experimentais. Cada parcela foi composta por 13 fileiras de plantas de 5 m de comprimento, espaçadas 0,175 m (área de 11,05 m²), adotando a densidade de semeadura de 60 sementes por metro linear. Na adubação de base foram aplicados 422 kg ha⁻¹ da formulação 05-25-25 (N-P-K) no sulco da semeadura.

Os tratamentos consistiram de variações na adubação nitrogenada em cobertura para o arroz, incluindo combinações de cinco doses de N (40, 80, 120, 160 e 200 kg ha⁻¹) e de dois parcelamentos (quatro e oito aplicações) espaçadas cerca de sete dias (Tabela 1).

¹Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador, Embrapa Clima Temperado, Caixa postal 403, CEP 96001-970, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: jose.martins@embrapa.br;

²Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Fitossanidade (FAEM - UFPel);

³Engenheira Agrônoma, Doutora, Pesquisador, Embrapa Clima Temperado;

⁴Engenheiro Agrônomo, Mestre, Doutorando em Manejo e conservação do solo e da água (FAEM - UFPel);

⁵Engenheiro Agrônomo, Professor Associado, Universidade Federal do Pampa/Campus de Itaqui (UNIPAMPA/Itaqui);

⁶Matemático, Professor Adjunto, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Inclui-se um tratamento testemunha, sem a aplicação de N, e um tratamento referência, representando o manejo usual da adubação nitrogenada em cobertura para o arroz [Ureia granulada (120 kg ha^{-1}), parcelada em duas aplicações], uma em V4, estágio fenológico correspondente à formação de colar na quarta folha do colmo principal e outra na iniciação da panícula, estágio R0 (COUNCE et al. 2000).

A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada com Ureia (45% de N) na forma sólida (granulada) e em solução, fornecendo, respectivamente, 25% e 75% da dose de N prevista em cada tratamento. A aplicação de Ureia em grânulos foi realizada em V4. Esse fertilizante em solução foi aplicado simulando fertirrigação, parcelado em quatro ou oito aplicações, com periodicidade de cerca de sete dias, se iniciando uma semana após a aplicação de Ureia granular. Para simular as aplicações de N, via fertirrigação, se utilizou um conjunto constituído por pulverizador costal pressurizado com CO_2 e barra de 2 m de largura contendo quatro bicos espaçados de 0,50 m. Imediatamente após as fertirrigações nitrogenadas, se aplicou uma lâmina de irrigação de 5 mm, a fim de evitar a “queima” das folhas e propiciar a incorporação do fertilizante ao solo.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos de manejo da adubação nitrogenada em cobertura em arroz. Capão do Leão, RS, Safra 2013/14.

Tratamentos			
Dose de nitrogênio (kg ha^{-1} de N)			
	Dose N inicial ¹ (Ureia granular)	Dose N final ² (Ureia em solução)	Nº aplicações/Frequência ³
40	10	30	4/Semanal
40	10	30	8/Semanal
80	20	60	4/Semanal
80	20	60	8/Semanal
120	30	90	4/Semanal
120	30	90	8/Semanal
160	40	120	4/Semanal
160	40	120	8/Semanal
200	50	150	4/Semanal
200	50	150	8/Semanal
120*	--	--	--
0	0	0	

*Tratamento referência - 120 kg ha^{-1} de N na forma de ureia granulada, parcelados em 70 kg em V4 e 50 kg de N ha^{-1} em R0. ¹Dose de N empregada na forma de ureia granular, em V4, de modo único. ²Dose de N empregada na forma de ureia em solução, de modo parcelado e periodicidade semanal, de acordo com o tratamento. ³Número de aplicações e periodicidade das doses de N na forma de ureia em solução (dose de N final).

O monitoramento de *T. limbativentris* ocorreu quando as plantas de arroz atingiram o estágio R6 (emissão da panícula). Em cada parcela foram realizadas cinco amostragens correspondendo um metro linear cada, entre os colmos das plantas. As plantas abrangidas foram examinadas visualmente e realizada a contagem dos insetos.

Avaliaram-se: a) produção de grãos, obtida com a colheita de duas linhas centrais de cada parcela e; b) população de *T. limbativentris* em cada parcela. As variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variação (ANOVA), sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. Correlações entre as variáveis com as doses de nitrogênio foram estabelecidas e as significâncias determinadas pelo teste t a 5% de probabilidade de erro. Utilizou-se o *software* estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2015) para a execução das análises.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se, de maneira geral, elevada população do percevejo-do-colmo do arroz/ m^2 à medida que se incrementaram as doses de nitrogênio em cobertura nas plantas de arroz (Tabela 2). A aplicação de fertilizantes nitrogenados apresenta resultados de efeitos na qualidade das plantas, o que pode afetar na abundância de insetos. Geralmente, isso está

relacionado a um aumento do crescimento da planta e da fecundidade do inseto (VENTURA et al., 2007). Essa relação, entretanto, não foi verificada na produtividade das plantas de arroz à proporção que foram aumentadas as doses de nitrogênio (Tabela 2).

Tabela 2. População do percevejo-do-colmo *Tibraca limbativentris* (m²) e produtividade (kg ha⁻¹) em arroz submetido a diferentes doses e parcelamento de nitrogênio. Capão do Leão, RS, Safra 2013/14.

Tratamentos			Nº aplicações/ Frequência ³	População percevejo (m²)**	Produtividade (kg ha ⁻¹)**
Dose de nitrogênio (kg ha ⁻¹ de N)					
Dose N inicial ¹ (Ureia granular)	Dose N final ² (Ureia solução)				
40	10	30	4/Semanal	9,0 b	4147,4 b
40	10	30	8/Semanal	8,0 b	5214,0 a
80	20	60	4/Semanal	10,0 b	3879,4 b
80	20	60	8/Semanal	13,0 b	5809,6 a
120	30	90	4/Semanal	13,0 b	3523,8 b
120	30	90	8/Semanal	18,0 a	3912,2 b
160	40	120	4/Semanal	18,0 a	4510,6 b
160	40	120	8/Semanal	18,0 a	4510,6 b
200	50	150	4/Semanal	16,0 a	4672,8 b
200	50	150	8/Semanal	16,0 a	4084,0 b
120*	--	--	--	14,0 a	4335,0 b
0	0	0	--	7,0 b	4251,2 b
CV%				33,7	22,9

*Tratamento referência - 120 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia granulada, parcelados em 70 kg em V4 e 50 kg de N ha⁻¹ em R0. ¹Dose de N empregada na forma de ureia granular, em V4, de modo único. ²Dose de N empregada na forma de ureia em solução, de modo parcelado e periodicidade semanal, de acordo com o tratamento. ³Número de aplicações e periodicidade das doses de N na forma de ureia em solução (dose de N final). **Médias seguidas por letras distintas, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Constatarem-se correlações positivas e fortes entre população (m²) de *T. limbativentris* e doses de nitrogênio, avaliadas nas aplicações na forma de Ureia granular (dose inicial), Ureia em solução (dose final), bem como para a dose total (dose inicial + dose final) (Tabela 3). Entretanto, esta situação não foi verificada na comparação com produtividade (kg ha⁻¹), para qual não houve correlação com as doses de nitrogênio (Tabela 3). Em consonância com este resultado, observou-se que a incidência de brocas em arroz foi aumentada à medida que doses de nitrogênio aplicados no solo foram elevadas (SINGH; SINGH, 1977). Para *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima) (Coleoptera: Curculionidae) a alimentação de adultos foi estimulada pela elevação do teor de nitrogênio das plantas de arroz (CUNHA et al., 2006). Esta associação entre doses de nitrogênio e ocorrência de *T. limbativentris*, aliado ao fato deste inseto seguir modelo de distribuição agregada (COSTA; LINK, 1992), pode ser empregada no manejo do inseto, criando-se condições favoráveis à sua concentração, em faixas marginais dos arrozais, por meio da adubação nitrogenada mais elevada nestas faixas, visando o controle localizado (cultura armadilha).

Tabela 3. Correlação entre doses de nitrogênio e população do percevejo-do-colmo *Tibraca limbativentris* (m²) e produtividade de arroz (Kg ha⁻¹). Capão do Leão, RS, Safra 2013/14.

Correlação [#]	População percevejo (m ²)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Dose de N	0,8642*	-0,2196 ^{ns}
Dose de N inicial ¹	0,7127*	-0,1724 ^{ns}
Dose de N final ²	0,8385*	-0,2167 ^{ns}

[#]Coefficiente de correlação de Pearson. *Correlação significativa, pelo teste t, a 5% de probabilidade de erro. ^{ns}Correlação não significativa. ¹Dose de N empregada na forma de ureia granular, em V4, de modo único. ²Dose de N empregada na forma de ureia em solução, de modo parcelado e periodicidade semanal, de acordo com o tratamento.

A correlação entre população de percevejo (m²) e produtividade (kg ha⁻¹), verificada por meio dos resíduos de ambas variáveis após o emprego da análise de variação foi significativa de acordo com o teste t a 5% de probabilidade de erro (Tabela 4), no entanto, foi fraca e negativa. Isso pode significar que a população de percevejo encontrada não teria sido suficiente para reduzir a produtividade das plantas de arroz, apesar dos severos danos

constatados. Uma hipótese é que os níveis mais baixos de infestação do inseto, detectados no experimento teriam causado níveis de danos às plantas similares aos causados pelos níveis de infestação mais elevados. A significância obtida nessa relação se deve ao tamanho da amostra (n=60), a qual é considerada grande. Nesses casos, um pequeno valor do coeficiente de correlação linear de Pearson, como o encontrado no presente estudo, pode ser considerado significativo, porém não necessariamente a relação deva ser considerada importante no ponto de vista prático (CARGNELUTTI FILHO et al., 2012).

Tabela 4. ANOVA e correlação entre produtividade de arroz (Kg ha⁻¹) e população do percevejo-do-colmo *Tibraca limbativentris* (m)². Capão do Leão, RS, Safra 2013/14.

ANOVA*	Produtividade (kg ha ⁻¹)		População percevejo (m ²)	
	GL	QM	GL	QM
Tratamento	11	2170420**	11	91,17**
Bloco	4	13123761**	4	93,35**
Erro	44	983137	44	20,26
Correlação#	Produtividade (Kg ha ⁻¹)##		População percevejo (m ²)###	
			-0,2586**	

*ANOVA em DBC. **Quadrado médio (QM) significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade de erro. #Coeficiente de correlação de Pearson. ##Correlação significativa, pelo teste t, a 5% de probabilidade. ###Resíduos da "Produtividade (kg ha⁻¹)" e resíduos da "População percevejos (m²)" obtidos após a aplicação da ANOVA em DBC.

CONCLUSÃO

O tamanho da população de *T. limbativentris* na cultura do arroz irrigado por inundação é diretamente proporcional ao aumento das doses de nitrogênio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho de amostra para a estimação do coeficiente de correlação linear de Pearson entre caracteres de mamoneira. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 953-962, 2012.

COSTA, E.C.; LINK, D. Dispersão de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) em arroz irrigado. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 21, n. 1, p. 197-202, 1992.

COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, v. 40, p. 436-443, 2000.

CUNHA, U. S. da et al. Associação entre teor de nitrogênio em cultivares de arroz e ataque de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima) (Coleoptera: Curculionidae). **Ciência Rural**, v.36, n.6, 2006.

MARTINS, J.F. da S. et al. Eficiência de *Metarhizium anisopliae* no controle do Percevejo-do-colmo *Tibraca limbativentris* (Heteroptera: Pentatomidae) em lavoura de arroz irrigado. **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1681-1688, 2004.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Bern: International Potash Institute, 1987. 593 p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R - A language and environment for statistical computing**. ver. 3.2.0. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. 2015.

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 30., 2014, Bento Gonçalves. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: SOSBAI, 2014. 192p.

SINGH, R.; SINGH, M.P. Studies on varietal - cum - manurial responses on the incidence of paddy stem borer (*Tryporyza incertulas* Wilk.). **Madras Agricultural Journal**, v. 64, n. 4, p. 247-251, 1977.

VENTURA, S.R. da S. et al. Influência das doses de nitrogênio e das coberturas vivas do solo em cultivo orgânico de berinjela, na incidência de *Corythaica cyathicollis* em diferentes períodos do dia. **Biotemas**, v. 20, n. 4, p. 59-63, 2007.

ATRATIVIDADE DE LEDS DE DIFERENTES COMPRIMENTOS DE ONDA AOS ADULTOS DE *Oryzophagus oryzae* (COLEOPTERA:CURCULIONIDAE)

Eduardo Rodrigues Hickel¹, Gustavo Carlos Knabben², Robert Hari Hinz³, José Maria Milanez⁴, Yales Rômulo de Novaes⁵, Sérgio Vidal Garcia de Oliveira⁵, André Bittencourt de Leal⁵

Palavras-chave: bicheira-da-raiz, monitoramento, armadilha luminosa, lâmpada de alto desempenho, *Oryza sativa*

INTRODUÇÃO

Uma das pragas-chave do arroz, e restrita ao cultivo irrigado, é a bicheira-da-raiz; denominação comum atribuída às larvas do gorgulho-aquático *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima) (Coleoptera: Curculionidae), que danificam o sistema radicular das plantas. A bicheira-da-raiz está amplamente distribuída nas regiões de cultivo de arroz irrigado e é um dos principais entraves fitossanitários da cultura (MARTINS & PRANDO, 2004). O controle do inseto é primordialmente feito com a aplicação de inseticidas na água de irrigação, com destaque para o ingrediente ativo carbofurano, sistêmico e altamente tóxico, não só para os humanos, mas também para a nectofauna endêmica das áreas inundadas (PRANDO, 2002; MARTINS & PRANDO, 2004).

A utilização de armadilhas luminosas, quer para monitoramento ou mesmo controle da praga, pode ser uma alternativa viável de manejo, pois os gorgulhos-aquáticos apresentam elevado fototropismo positivo (HICKEL & MILANEZ, 2011; HICKEL et al., 2013). Contudo, é preciso tornar estas armadilhas autônomas, independentes da rede de distribuição elétrica, que não se estende pelas áreas de lavoura. Isso pode ser obtido com lâmpadas de alto desempenho, que podem ter o suprimento elétrico fornecido por um circuito de placas fotovoltaicas e pequenas baterias, em função do baixo consumo de energia destas lâmpadas (KNABBEN et al., 2015).

Os leds ("light-emitting diode") figuram hoje entre as lâmpadas de alto desempenho e são fabricados para emitir luzes em comprimentos de onda específicos (cor). O espectro de onda da luz de leds é mais restrito que o de lâmpadas convencionais, o que resulta em maior saturação de cor (SCHUBERT, 2006). Hickel & Milanez (2011) definiram que a faixa ultra-violeta (UV) do espectro luminoso é a mais atrativa para os gorgulhos aquáticos do arroz, porém também obtiveram certa atratividade para lâmpadas de cor azul e verde. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi determinar se leds de diferentes comprimentos de onda são atrativos para os adultos de *O. oryzae*, para permitir seu emprego em armadilhas luminosas autônomas.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido na Estação Experimental da Epagri em Itajaí, em sala escura, sob temperatura ambiente ($32 \pm 3^\circ\text{C}$), no período de 14/01 a 08/02/2014, em três sessões de teste, sempre das 16:00 às 8:00h (período de exposição). Foram utilizados adultos de *O. oryzae* coletados em armadilhas luminosas instaladas no campo. Após a triagem, os insetos foram mantidos em laboratório, em grupos de 300 indivíduos, em caixas gerbox forradas com papel toalha umedecido.

Os leds, nos comprimentos de onda de 365nm (UV), 460nm (azul), 520nm (verde) e

¹ Eng. agr., Dr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, C.P. 277, 88301-970, Itajaí, SC, fone: (47) 3341-5224, e-mail: hickel@epagri.sc.gov.br.

² Eng. eletr., Universidade do Estado de Santa Catarina.

³ Eng. agr., MSc, Epagri/Estação Experimental de Itajaí.

⁴ Eng. agr., Dr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí.

⁵ Prof., Dr., Universidade do Estado de Santa Catarina.

leds brancos (sem comprimento de onda específico), foram montados em placas de circuito impresso (oito leds por placa – puros ou em mistura) e testados em arena hexagonal metálica. Em cada lado da arena havia um cano (100mm de diâmetro x 600mm de comprimento), com saída para uma fonte de luz. Ao final de cada cano foi preso um saco plástico transparente para a coleta dos indivíduos. Dentro de cada saco plástico foi colocado um chumaço de papel toalha umedecido, para uniformizar eventuais gradientes de umidade no interior da arena. Para evitar interferência entre luzes, optou-se por ligar apenas três placas de leds por vez, ficando escuro nas outras três saídas opostas.

Os insetos, em lotes de 200 indivíduos, foram liberados no centro da arena e livremente se dirigiram para a luz de led que, supostamente, exerceu maior poder atrativo. Ao final de cada período de exposição, os insetos eram retirados dos sacos coletores e do interior da arena (indivíduos remanescentes) e as placas de leds eram trocadas de posição em rodízio. Após cada sessão de teste (cinco noites), toda a arena era desmontada e os insetos refugiados (aqueles que se escondiam em cantos inacessíveis) eram retirados. O número de insetos atraídos foi transformado para $(x + 0,5)^{0,5}$ e submetido à análise de variância, em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na sessão de teste conduzida de 14 a 18/01, a atratividade dos leds UV e azul foi superior a do verde (Tabela 1), em parte corroborando os resultados obtidos por Hickel & Milanez (2011) com lâmpadas fluorescentes. Contudo, na sessão de 28/01 a 01/02, entre os indivíduos que optaram por se deslocar, não houve preferência pela cor da luz, quer fosse ela UV, azul ou branca. O número de indivíduos que se dirigiram para as saídas escuras foi baixo em ambas as sessões, revelando que aqueles insetos que optaram por se deslocar, mormente preferiram fazê-lo em direção a uma fonte de luz.

Embora o espectro de luz UV seja reconhecidamente mais atrativo aos insetos das ordens Coleoptera, Lepidoptera e Hemiptera (MUIRHEAD-THOMSON, 1991; RAMAMURTHY et al., 2010), entre os curculionídeos podem haver certas especificidades. Jeon et al. (2012) verificaram que o gorgulho-do-arroz, *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae), é mais atraído por luz azul (450nm) e verde (520nm), sendo estas cerca de 1,5 vezes mais atrativas que a luz UV (365nm).

Tabela 1. Número médio de *O. oryzae* atraídos por leds de cores diferentes ou que permaneceram visíveis na arena de livre escolha (insetos remanescentes) (valores não transformados). Itajaí, SC, janeiro/fevereiro de 2014.

Tratamento	Sessão de teste ¹	
	14 a 18/01	28/01 a 01/02
Led UV (365nm)	53,4 ± 24,2 a	31,8 ± 15,2 a
Led azul (460nm)	36,4 ± 16,5 ab	31,4 ± 13,8 a
Led verde (520nm)	7,6 ± 6,3 cd	-
Led branco (amplo espectro)	-	23,2 ± 13,1 ab
Escuro	2,7 ± 3,1 d	6,6 ± 3,6 b
Insetos remanescentes	19,0 ± 7,2 bc	33,0 ± 16,2 a
CV ² (%)	28,5	26,6

^{1/} Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

^{2/} Coeficiente de variação, expresso em porcentagem.

Conforme já constatado por Hickel & Milanez (2011), a cada liberação de insetos, cerca de 60% dos indivíduos se refugiavam em algum canto da arena e não respondiam ao estímulo luminoso. Contudo, estes indivíduos permaneciam cumulativamente na arena e só eram retirados ao final da sessão de teste. O número de insetos remanescentes, aqueles que ficavam visíveis na arena, sem tomar direcionamento para uma fonte de luz, cresceu a medida que os indivíduos permaneceram mais tempo em laboratório. Esse desinteresse em se dispersar provavelmente reflete o estado pré-hibernal dos indivíduos, visto que estes, quando capturados no campo entre janeiro e fevereiro, estão buscando os refúgios para hibernação (MIELITZ, 1993; HICKEL, 2009).

Assim como na prospecção de Hickel & Milanez (2011), a posição que os leds ficavam na arena não teve influência na atratividade aos indivíduos ($F=0,15$; $p=0,86$ para a sessão de 14 a 18/01; $F=1,15$; $p=0,35$ para a sessão de 28/01 a 01/02; e $F=3,39$; $p=0,07$ para a sessão de 04 a 08/02).

O resultado do confronto de leds UV, azul e branco levou a especulações sobre a possibilidade de se misturar leds de cores diferentes nas placas de circuito impresso e assim, nova sessão de teste foi conduzida nesse sentido (Tabela 2). As misturas de leds, envolvendo leds UV, proporcionaram os melhores resultados e isso foi muito interessante, pois permitirá reduzir o custo de uma eventual armadilha luminosa autônoma, visto que o preço dos leds UV é cerca de 20 vezes maior que dos outros. Este resultado também abre possibilidade de novos estudos, visando obter a melhor relação de mistura de leds, sem que haja perda da eficiência atrativa.

Tabela 2. Número médio de *O. oryzae* atraídos por misturas de leds de cores diferentes¹ ou que permaneceram visíveis na arena de livre escolha (insetos remanescentes) (valores não transformados). Itajaí, SC, fevereiro de 2014.

Tratamento	Sessão de teste ²
	04 a 08/02
Leds UV (365nm) + azul (460nm)	51,6 ± 18,2 a
Leds UV (365nm) + branco	51,0 ± 24,2 a
Leds azul (460nm) + branco	19,2 ± 6,8 bc
Escuro	7,6 ± 1,7 c
Insetos remanescentes	27,8 ± 6,4 ab
CV ³ (%)	20,4

^{1/} Misturas de leds 1:1 nas placas de circuito impresso.

^{2/} Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

^{3/} Coeficiente de variação, expresso em porcentagem.

CONCLUSÃO

Leds UV (365nm), azul (460nm) e branco (amplo espectro) e as misturas de luzes de leds UV com azul ou branco são atrativos para os adultos de *O. oryzae*.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina - Fapesc (processo 6946/2011-9) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (processo 562451/2010-2), pelo suporte financeiro ao desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HICKEL, E.R. Flutuação populacional de adultos da bicheira-da-raiz, *Oryzophagus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae), em arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 6., 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2009. CD Rom.
- HICKEL, E.R.; MILANEZ, J.M. Atratividade de adultos de *Oryzophagus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) por luzes de diferentes comprimentos de onda. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA SOBRE INSETOS DE SOLO, 12., 2011, Piracicaba. **Programa e livro de resumos...** Piracicaba: [s.n.], 2011. p. 113-116.
- HICKEL, E. R.; MILANEZ, J. M.; HINZ, R. H. Infecção de adultos da bicheira-da-raiz, *Oryzophagus oryzae* com *Beauveria bassiana* em armadilha luminosa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM/Sosbai, 2013. v.1, p.672-675.
- JEON, J.-H.; OH M.-S.; CHO K.-S.; et al. Phototactic response of the rice weevil, *Sitophilus oryzae* Linnaeus (Coleoptera: Curculionidae), to light-emitting diodes. **Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry**, v.55, n.1, p.35-39, 2012.
- KNABBEN, G.C; NOVAES, Y. R.; HICKEL, E.R.; et al. Sonne – armadilha luminosa com leds e energia solar fotovoltaica. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DO ARROZ PARA AMÉRICA LATINA E CARIBE, 12., 2015, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2015. p.157.
- MARTINS, J.F.S.; PRANDO, H.F. Bicheira-da-raiz do arroz. In: SALVADORI, J.R.; ÁVILA, C.J.; SILVA, M.T.B. (eds.). **Pragas de solo no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. cap.9, p.259-296.
- MIELITZ, L.R. **Diapausa em *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Coleoptera, Curculionidae) em condições de campo**. 1993. 159f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1993.
- MUIRHEAD-THOMSON, R.C. **Trap responses of flying insects**. London: Academic Press, 1991. 287p.
- PRANDO, H.F. Manejo de pragas em arroz irrigado. In: EPAGRI. **A cultura do arroz irrigado pré-germinado**. Florianópolis, 2002. p.175-201.
- RAMAMURTHY, V.V.; AKHTAR, M.S.; PATANKAR, N.V.; et al. Efficiency of different light sources in light traps in monitoring insect diversity. **Munis Entomology & Zoology**, v.5, n.1, p.109-114, 2010.
- SCHUBERT, E.F. **Light-emitting diodes**. New York: Cambridge University Press, 2006. 422p.

AVALIAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE DE POPULAÇÕES DE *Tibraca limbativentris* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) AO INSETICIDA TIAMETOXAM

Diogo Nery Maciel¹; Daniel de Brito Fragoso²; Mabio Chrisley Lacerda³; José Alexandre de Freitas Barrigossi⁴;

Palavras-chave: Percevejo-do-colmo, toxicologia, manejo de resistência

INTRODUÇÃO

O percevejo *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae) está entre os principais insetos-praga da cultura do arroz em todos os sistemas de cultivo (Pantoja et al., 2007). Conhecido como percevejo-do-colmo do arroz, pode ocorrer nas fases vegetativa e reprodutiva da cultura, quando provoca os sintomas de coração morto e panícula branca, respectivamente (Silva et al., 2012).

Para o controle de *T. limbativentris* tem sido utilizados métodos biológicos (Martins et al., 2004; Quintela et al., 2013) e, principalmente, o controle químico (Machado et al., 2011). O controle químico tem sido realizado de forma intensiva e única em muitas situações nas lavouras arrozeiras, acarretando em desequilíbrios populacionais e aumento do risco de surgir populações resistentes aos principais ingredientes ativos utilizados para seu controle. A resistência a um ingrediente ativo ocorre quando determinados organismos desenvolvem a habilidade em tolerar doses de tóxicos que seriam letais para a maioria da população normal (susceptível) da mesma espécie (Denholm e Rolland, 1992). Isso pode acarretar sérios prejuízos em decorrência da necessidade de aumentar a dosagem do produto, de realizar aplicação frequente de agrotóxicos, e da substituição por produtos de maior toxicidade (Whalon et al., 2008).

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a suscetibilidade de populações do percevejo do colmo *T. limbativentris* provenientes dos estados de Goiás e Tocantins ao inseticida tiametoxam.

MATERIAL E MÉTODOS

A população de *T. limbativentris* do Centro Nacional de Pesquisa em Arroz e Feijão, coletada em vegetação nativa, no município de Santo Antônio de Goiás-GO foi usada nesse trabalho como população-padrão de susceptibilidade. Esta população encontra-se mantida em casa de vegetação desde 2009, sem uso de agrotóxico, com introdução de novos indivíduos anualmente, para fins estudo de monitoramento de susceptibilidade a inseticidas. Além da população-padrão de susceptibilidade foram coletadas duas populações, em lavouras comerciais de arroz irrigado no município de Luís Alves, Estado de Goiás, e Formoso do Araguaia, Estado do Tocantins. As duas populações foram mantidas em vasos com plantas de arroz da cultivar BR-IRGA 409 as quais eram trocadas periodicamente.

Para a condução dos bioensaios foi empregada a metodologia proposta por Nielsen et al. (2008), com adaptações, que consistiu na utilização de frascos cilíndricos de vidro transparente de 20 mL de volume para impregnação de resíduo de inseticidas nas paredes internas. O método de impregnação de resíduo seco de inseticidas usado no presente trabalho para avaliar a suscetibilidade de populações de *T. limbativentris* ao inseticida

¹ Mestrando em Fitossanidade (PPGA - UFG).

² Engenheiro Agrônomo - Doutor em Entomologia, Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462 km 12 Zona Rural 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO, daniel.fragoso@embrapa.br .

³ Engenheiro Agrônomo - Doutor em Fitotecnia, Embrapa Arroz e Feijão..

⁴ Engenheiro Agrônomo - Doutor em Entomologia, Embrapa Arroz e Feijão.

Tiametoxan é aprovado pelo *International Resistance Action Committee* – IRAC e usado para estudos básicos de detecção e monitoramento de resistência a inseticidas em percevejos sugadores (IRAC, 2015). Para determinação de faixa de resposta foram feitas cinco concentrações (1mg.mL^{-1} , 10^{-1}mg.mL^{-1} , 10^{-2}mg.mL^{-1} , 10^{-3}mg.mL^{-1} , 10^{-4}mg.mL^{-1} , 10^{-5}mg.mL^{-1}) do princípio ativo do inseticida tiametoxam. Acetona (PA) foi usada como solvente e, também nos ensaios testemunhas. De cada concentração do inseticida, foi pipetado 0,5 mL e colocado em cada frasco previamente identificado. Depois desta etapa, os frascos foram agitados manualmente para promover a volatilização da acetona e a impregnação uniforme do inseticida por toda a área interna dos frascos. Em seguida 02 insetos adultos não sexados foram colocados em cada frasco, sendo avaliada a mortalidade com o tempo de exposição de 24 horas. Nessa etapa, foram utilizados 10 insetos em cada concentração do produto. A mortalidade foi avaliada considerando inseto morto, aquele com incapacidade de andar quando tocado pelas cerdas de um pincel de ponta fina.

Após determinar a faixa resposta de mortalidade, outro bioensaio semelhante ao anterior foi realizado para obter a curva de dose-resposta do inseticida testado. Nessa etapa foram utilizados 10 insetos, em cinco repetições de dois indivíduos para cada concentração do produto. Após obtenção desses dados de mortalidade, os mesmos foram submetidos à análise de probit para determinação das concentrações letais com probabilidade de causarem mortalidade a 50 e 95% dos indivíduos expostos, ou seja, as CL_{50} e CL_{95} , respectivamente. Este procedimento estatístico disponibiliza os valores de concentrações letais (CL) com probabilidade de causar morte de 01 (CL_1) a 99% (CL_{99}) dos indivíduos expostos. A razão de resistência (RR) de cada população de campo foi calculada dividindo-se a respectiva CL_{50} da população estudada pelo valor da CL_{50} da população suscetível, que no caso foi considerada a população-padrão de Santo Antônio de Goiás-GO. Para a realização da análise de probit, utilizou-se o programa estatístico SAS (SAS Institute, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros toxicológicos e valores das CL_{50} e CL_{95} para o inseticida tiametoxan encontram-se resumidos na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros toxicológicos das curvas de concentração-mortalidade do inseticida tiametoxan para populações de *Tibraca limbativentris*.

Inseticida / População	N	Inclinação ± EP	CL_{50} (IC 95%) $\mu\text{g i.a.cm}^{-2}$	RR CL_{50}	CL_{95} (IC 95%) $\mu\text{g i.a.cm}^{-2}$	χ^2	Prob.
Santo A. Goiás-GO	50	0,72±015	0,001 (0,001-0,002)	--	0,009 (0,005-0,033)	3,32	0,34
Formoso do Araguaia-TO	50	0,70±0,07	0,017 (0,008-0,026)	17	0,080 (0,048-0,290)	0,84	0,83
Luís Alves-GO	50	0,59±0,10	0,012 (0,004-0,020)	12	0,07 (0,041-0,306)	1,08	0,78

N = número de insetos utilizados nos bioensaios de concentração mortalidade; EP = erro padrão da média; CL = Concentração Letal; RR = Razão de resistência, obtida pela divisão do valor da CL de cada população resistente pelo valor da CL da população suscetível; IC = intervalo de confiança; χ^2 = Qui-quadrado.

O modelo de *Probit* usado mostrou-se adequado para as análises das curvas de concentração-mortalidade, pois os valores calculados pelo modelo não diferiram significativamente dos valores observados nos bioensaios (valores de χ^2 menores que o tabelado e $P > 0,05$).

Com base nos resultados apresentados na Tabela 1, os valores de inclinação de cada curva de concentração-mortalidade foram 0,59, 0,70 e 0,72 para as populações de Luís Alves-GO, Formoso do Araguaia-TO e Santo Antônio de Goiás-GO, respectivamente. O valor do coeficiente angular ou inclinação de cada curva concentração-mortalidade demonstra o grau de

resposta do efeito tóxico do inseticida tiametoxan sobre mortalidade *T. limbativentris*. Portanto, quanto mais próximo de 1 for esse valor, mais inclinada é a reta e, consequentemente, maior resposta para pequena variação de aumento de dose do inseticida do produto sobre a mortalidade dos insetos expostos.

A população de *T. limbativentris* proveniente de Santo Antônio de Goiás-GO apresentou menor valor de CL_{50} ($0.001 \mu\text{g i.a.cm}^{-2}$) entre as populações estudadas e pode ser considerada como população-padrão de suscetibilidade no estudo. Ela foi usada como parâmetro para comparar e diferir populações de *T. libativentris* resistentes ao inseticida investigado, por meio da taxa de resistência (RR). A taxa de resistência (RR) foi calculada pela divisão dos valores das CL_{50} encontrados para as populações de Formoso do Araguaia-TO e Luís Alves-GO pela CL_{50} da população-padrão de suscetibilidade (Santo Antônio de Goiás-GO). Foram observados valores de razões de resistência (RR) de 17 e 12 vezes para as populações de Formoso do Araguaia-TO e de Luís Alves – GO.

Segundo Campos e Andrade (2003) uma população pode ser considerada: tolerante se a $RR < 3$; de baixa resistência se a $RR > 3$ e < 5 ; de moderada resistência se a $RR > 5$ e < 10 ; de média resistência se a $RR > 10$ e < 20 ; e altamente resistente se a $RR > 20$. Dessa forma, para o inseticida tiametoxan as populações de *T. limbativentris* provenientes de Formoso do Araguaia-TO e Luís Alves-GO, podem ser caracterizadas por apresentarem níveis médio resistência. Esse fato constatado vem de encontro com as reclamações de falhas de controle desse inseticida relatadas por produtores nessas regiões produtoras.

Os resultados obtidos também são importantes para a implementação das estratégias de manejo, no sentido de orientar produtores para redução da pressão de uso do inseticida tiametoxan nessas localidades e emprego da rotação de princípios ativos, para prevenir ou retardar o desenvolvimento de populações altamente resistentes ao produto analisado. As informações obtidas serão usadas para orientação técnica quanto ao manejo de resistência a inseticidas em populações do percevejo-do-colmo, considerado um dos insetos-praga mais importantes da cultura do arroz nas regiões produtoras de Goiás e Tocantins.

CONCLUSÃO

As populações de *T. limbativentris* das localidades de Formoso do Araguaia-TO e Luís Alves-GO são mediantemente resistentes ao inseticida tiametoxan.

AGRADECIMENTOS

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, J.; ANDRADE, C.F.S. Susceptibilidade larval de populações de *Aedes aegypti* e *Culex quinquefasciatus* a inseticidas químicos. **Revista Saúde Pública**, v.37, n.4, p.523-527, 2003.

DENHOLM, I.; ROLLAND, M. W. Tactics for managing pesticide resistance in arthropods: theory and practice. **Annual Review of Entomology**, v.37, n.1, p.92-112, 1992.

IRAC (INTERNATIONAL RESISTANCE ACTION COMMMITTEE). **Test methods**. Disponível em: < <http://www.irac-online.org/methods/> >. Acesso em: 03 jul. 2015.

MACHADO, R.T. et al. Eficiência de inseticidas no controle de percevejo do grão e percevejo do colmo na cultura do arroz irrigado. In: XV SIMPÓSIO DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO. **Anais...**, Santa Maria, RS. p.1-7, 2011.

MARTINS, J.F.S. et al. Eficiência de *Metarhizium anisopliae* no controle do percevejo-do-colmo *Tibraca limbativentris* (Heteroptera: Pentatomidae) em lavoura de arroz irrigado. **Ciência Rural**, v.34, n.6, p.1681-1688, 2004.

NIELSEN, A.L.; SHEARER, P.W., HAMILTON, G. Toxicity of insecticides to *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) using glass-vial bioassays. **Journal of Economic Entomology**, v.101, n.4, p.439-1442. 2008.

PANTOJA, A. et al. Damage by *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae) to rice in southwestern Colombia. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**. v.91, n.1, p.11-18, 2007.

QUINTELA, E.D. et al. Enhanced susceptibility of *Tibraca limbativentris* (Heteroptera: Pentatomidae) to *Metarhizium anisopliae* with sublethal doses of chemical insecticides. **Biological Control**, v.66, n.1, p.56–64, 2013.

SAS INSTITUTE. **SAS User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute, 2001.

SILVA, F.F. et al. **Monitoramento de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) em Arrozais do Planalto da Campanha do Rio Grande do Sul**. Embrapa Clima Temperado. Circular técnica, 132, 8p. 2012.

WHALON, M.E. et al. **Analysis of global pesticide resistance in arthropods**, p. 5-31. In WHALON, M.E., MOTA-SANCHEZ, D., HOLLINGWORTH R.M. (eds.). Global pesticide resistance in arthropods. Cambridge, CAB International, 208p. 2008.

AVALIAÇÃO DE INSETICIDAS NO CONTROLE DO PERCEVEJO-DO-COLMO *Tibraca limbativentris* (HEM; PENTATOMIDAE) EM ARROZ IRRIGADO

Jaime Vargas de Oliveira¹; Luiz Antonio Reis Gomes²; Tiago Viegas Cereza²; Alessandro de Oliveira³

Palavras-chave: insetos, inseticidas, eficiência e dano.

INTRODUÇÃO

O percevejo-do-colmo é um inseto-praga primário que vem para a lavoura após a emergência das plantas e tem como hábito distribuir-se por toda a área. Os danos causados ocorrem em dois estágios de desenvolvimento das plantas. O primeiro verifica-se ao atacar o colmo provoca a morte folha central, sendo conhecido como o sintoma do coração morto. No segundo estágio na fase reprodutiva, ataca o colmo provocando a formação da panícula branca ou a esterilidade parcial dos grãos. Durante o dia este inseto tem como hábito localizar-se na parte inferior da planta, dificultando a sua determinação (OLIVEIRA et al., 2010).

Quanto à hibernação, a partir de setembro com o aumento da temperatura e o fotoperíodo, os percevejos abandonam os locais de hibernação e podem vir para a lavoura. Durante o mês de abril os insetos entram novamente nos locais de hibernação, podendo abrigar-se dentro ou próximos a lavoura, em restos culturais, nas plantas daninhas, sendo o principal hospedeiro o rabo-de-burro, *Andropogon* sp. (OLIVEIRA & FREITAS 2010; ALMEIDA et al., 2015).

Quanto aos danos causados estudos mostram que tratamentos inseticidas com mais de 90% de controle, apresentaram produtividade superior a 400 kg em relação a testemunha (OLIVEIRA et al., 2011).

Segundo, Nakano 2011, os danos do percevejo-do-colmo, podem ocorrer em função de inúmeros fatores, como práticas de manejo, potencial de rendimento e capacidade de tolerância ou resistência das diferentes cultivares.

Devido a expressão deste inseto e como existem poucos produtos registrados, foi realizado este estudo, com o objetivo de obter inseticidas eficientes no controle do percevejo-do-colmo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado a campo em lavoura comercial, no município de Palmares do Sul, sendo o preparo do solo no sistema do cultivo mínimo, semeando-se a cultivar IRGA 426, na densidade de 100 kg ha⁻¹.

Os tratamentos inseticidas foram 7 sendo o Galil 300SC (Imidacloprido+bifentrina) nas doses de 300 e 400 mL ha⁻¹, o Connect 112,5SC (Imidacloprido+betaciflutrina) nas doses de 750 e 1000 mL ha⁻¹, o inseticida Actara 250 WG (Tiamethoxam) na dose de 250 mL ha⁻¹, o Engeo Pleno 247SC (Tiamethoxam+lambdacialotrina) na dose de 200 g ha⁻¹ e uma testemunha não tratada.

Todos os tratamentos inseticidas foram aplicados em 23/022015, com um pulverizador costal propeldido a CO₂, regulado com pressão de 35 lb/pol² equipado com 4 bicos, tipo jato leque, equidistantes 0,5m, em um volume de calda de 150 litros ha⁻¹.

¹Eng. Agr. UNITEC. Rua Fernando Ferrari, 562, Porto Alegre, RS. CEP 90200-040. E-mail: jaimevdeoliveira@hotmail.com;

²Instituto Rio Grandense do Arroz.

³Graduando do curso de Agronomia da ULBRA.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 4 repetições, cada parcela medindo 3 x 5 m, totalizando 15 m².

As avaliações para determinar a percentagem de controle de cada tratamento foram realizadas em número de 3, sendo as leituras em 25/02/2015, 02/03/2015 e 09/03/2015, aos 2, 7 e 14 dias após a aplicação dos produtos. As avaliações foram obtidas pela coleta manual determinando-se o número de percevejos m² de cada parcela sendo que na testemunha, a média foi de 10, 9 e 10 percevejos m² na primeira, segunda e terceira leitura respectivamente.

Antes da análise, os dados do número de percevejos/m² foram transformados pela equação $\sqrt{(x+0,5)}$. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O rendimento de grãos foi obtido pela colheita de 2,0 x 2,0 m, sendo realizada em 12/03/2015, de cada parcela, sendo os resultados expressos em t/ha e a umidade corrigida para 13%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas condições em que foi realizado o estudo verificou-se que nas 3 avaliações, os tratamentos inseticidas diferiram significativamente do tratamento testemunha, conforme Tabela 1.

Na primeira avaliação realizada 2 dias após a aplicação dos produtos, o inseticida Connect 112,5SC na dose de 1000 mL ha⁻¹, foi estatisticamente superior aos demais tratamentos com 100% de controle demonstrando ótima eficiência. O Galil 300SC na dose de 400 mL ha⁻¹, também destacou-se com 95% de controle. Os inseticidas Galil 300SC na dose de 300 mL ha⁻¹, Connect 112,5SC na dose de 750 mL ha⁻¹, e o Actara 250WG, na dose de 250mL ha⁻¹, com controle de 90%, demonstrando boa eficiência. O Engeo Pleno 247SC na dose de 200mL ha⁻¹ apresentou menor eficiência, com controle de 80%, dentro do mínimo exigido.

Na segunda avaliação, aos 7 dias após a aplicação dos produtos, o Galil 300SC, nas doses de 300 e 400 mL ha⁻¹ e o Connect 112,5SC nas doses de 750 e 1000 mL ha⁻¹, foram estatisticamente superiores aos demais tratamentos com 100% de controle, demonstrando a alta eficiência dos mesmos. O Actara 250WG, na dose de 250mL ha⁻¹, também destacou-se ao apresentar 95% de controle, demonstrando melhor eficiência em relação a primeira avaliação.

Na terceira avaliação todos os tratamentos inseticidas controlaram eficientemente o percevejo-do-colmo. Porém o Galil 300SC na dose de 400mL ha⁻¹ a eficiência foi de 100%. Estes resultados estão de acordo com (OLIVEIRA et al., 2013). O inseticida Connect 112,5SC na dose de 1000 mL ha⁻¹, apresentou alta eficiência com 100% de controle. Estes inseticidas, Galil 300SC, na dose de 300 mL ha⁻¹, Connect 112,5SC na dose de 750 mL ha⁻¹ e o O Actara 250WG, na dose de 250mL ha⁻¹ mostraram ótima eficiência atingindo 95% o controle.

Quanto ao rendimento de grãos, ocorreram diferenças estatísticas entre os tratamentos inseticidas e a testemunha, porém os tratamentos Galil 300SC, na dose de 400 mL ha⁻¹ e Connect 112,5SC na dose de 1000 mL ha⁻¹, apresentaram produtividade superior. Também nos demais tratamentos inseticidas, a produtividade foi maior que a testemunha.

Não foi observado sintoma de fitotoxicidade dos inseticidas as plantas de arroz irrigado.

CONCLUSÃO

Os inseticidas Galil 300 SC, nas doses de 300 e 400mL ha⁻¹, Connect 112,5SC nas doses de 750 e 1000 mL ha⁻¹, Actara 250WG, e o Engeo Pleno 247SC, são eficientes no controle do percevejo, *Tibraca limbativentris* em arroz irrigado.

Tabela 1. Tratamentos, doses, número de percevejos, percentagem de controle e rendimento de grãos, no percevejo-do-colmo, em arroz irrigado, Unitec, Palmares do Sul, RS, 2015.

Tratamentos	Leituras e % controle							Rendimento de grãos t ha ⁻¹
	Doses	N ¹	2 ²	N ²	7 ²	N ³	14 ²	
	p.c/ha	un	%	un	%	un	%	
1.Galil	300	1,0 c*	90	0,0 c	100	0,5 bc	95	7,08 ab
2.Galil	400	0,5 bc	95	0,0 c	100	0,0 c	100	7,12 a
3.Connect	750	1,0 c	90	0,0 c	100	0,5 bc	95	7,09 ab
4.Connect	1000	0,0 d	100	0,0 c	100	0,0 c	100	7,12 a
5.Actara	250	1,0 c	90	0,5 bc	95,5	0,5 bc	95	7,05 b
6.Engeo Pleno	200	2,0 b	80	1,0 b	90	1,0 b	90	7,00 c
7.Testemunha	-	10 a	-	9 a	-	10 a	-	6,71 d
CV %		14		16,4		13,6		4,8

¹Número médio de percevejos m⁻²;

²Dias após a aplicação dos tratamentos

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D; SCHOENFELD, R; OLIVEIRA J.V. de; Pragas mais danosas das lavouras irrigadas. A granja, Porto Alegre, n.793, p.89-91, 2015.

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba:FEALQ, 2002.

OLIVEIRA J.V. de; FREITAS, T. F. S. Percevejo-do-colmo em arroz em hibernação. **CULTIVAR**, Pelotas, n° 135, p.08-10, 2010.

OLIVEIRA, J.V. de. et al. Avaliação de inseticidas no controle do percevejo *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae) em arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7, 2011, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: Epagri/Sosbai, 2011.p. 677-679.

OLIVEIRA, J.V. de. et al. Avaliação de inseticidas no controle do percevejo-do-colmo *Tibraca limbativentris* (HEM; PENTATOMIDAE) em arroz irrigado. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, VIII, **Anais...** Santa Maria, UFSM, SOSBAI, 2013. p. 707-710.

OLIVEIRA, J.V. de. et al. Insetos-praga associados à cultura do arroz irrigado. IRGA, Estação Experimental do Arroz, Cachoeirinha, 2010. Boletim Técnico, 8.

NAKANO, O. **Entomologia econômica**. Piracicaba: ESALQ/USP. 2011. 464p.

CONCENTRAÇÃO LETAL DO INSETICIDA MICROBIANO AGREE® PARA *SPODOPTERA FRUGIPERDA* (LEPIDOPTERA:NOCTUIDAE)

Diouneia Lisiane Berlitz¹; Mateus Raguse Quadros²; Lidia Mariana Fiuza³.

Palavras-chave: lagarta militar, *Bacillus thuringiensis*, toxicidade

INTRODUÇÃO

A orizicultura é considerada a cultura de maior importância no mundo, uma vez que o arroz é o alimento básico para um terço da população mundial. De acordo com os dados da Companhia Nacional de Abastecimento, CONAB, estima-se uma produção superior a 202 milhões de toneladas de grãos para a safra atual, sendo o arroz responsável por 12 milhões de toneladas, superado apenas pelo milho e pela soja (CONAB, 2015). No Brasil, os estados do Sul do país apresentam grande importância nesse cenário, destacando-se o RS e SC como os principais produtores nacionais, atingindo 9 milhões de toneladas.

Apesar dessa produção, o controle de pragas e doenças da cultura do arroz continua sendo um desafio, onde as técnicas de controle biológico são importantes aliadas ao manejo das lavouras. No contexto de pragas, pode-se destacar a lagarta militar ou lagarta-da-folha, *Spodoptera frugiperda*, que é um importante lepidóptero desfolhador da cultura, além de atacar as plântulas em sua fase inicial de desenvolvimento, antes da entrada de água nas lavouras irrigadas (Gallo et al., 2002). Esse inseto pode causar danos econômicos e até mesmo a destruição de áreas de cultivo quando não tratadas. Além do arroz, essas lagartas atacam as culturas de milho, soja, trigo, algodão, alfafa, amendoim, aveia, batata, batata doce, cana-de-açúcar, hortaliças, entre outras espécies vegetais, com predomínio das gramíneas (Polanczyk e Alves, 2005).

Dentre as técnicas de controle biológico, a bactéria *Bacillus thuringiensis* é largamente utilizada em diferentes cultivos e existem diferentes produtos no mercado de bioinseticidas a base desse microrganismo (Fiuza e Berlitz, 2009). Em relação aos biopesticidas, os dados de Lern (2010) indicam que, no mercado global, as vendas desses produtos representaram 3,5% no ano de 2009, o que equivale a uma comercialização em torno de 1,6 bilhões de dólares, e US\$ 3,3 bilhões para o ano de 2014. Dentre esses bioprodutos, encontra-se o Agree®, que é composto por *B. thuringiensis aizawai* transconjugado com *B. thuringiensis kurstaki*.

Esse microrganismo é caracterizado pela produção de proteínas tóxicas aos insetos, sendo essas codificadas pelos genes *cry*. As subespécies bacterianas são compostas por diferentes genes, sendo então classificados de acordo com seu espectro inseticida. Nesse caso, especialmente para lepidópteros, estão associados genes das famílias *cry1* e *cry2*, com grande potencial de controle (Höfte e Whiteley, 1989). Esses genes estão presentes nas duas subespécies que compõem o produto Agree®, que atualmente é indicado para culturas de tomate, melão, citrus, pepino e repolho.

Sendo assim, o presente trabalho objetivou determinar a Concentração Letal do inseticida microbiano Agree®, em lagartas de *Spodoptera frugiperda*, em laboratório, no intuito de viabilizar a utilização e o registro do referido produto para a cultura do arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

As lagartas de *S. frugiperda* foram coletadas em áreas de arroz e milho, em pequenas propriedades agrícolas do Rio grande do Sul, e mantidas no Laboratório de

¹ Doutora em Biologia, Control_Agro_Bio Pesquisa e Defesa Agropecuária Ltda. UNITEC/TECNOSINOS, Av. Unisinos 950, sala 206. São Leopoldo, RS. 93022000. E-mail: dberlitz@hotmail.com

² Estudante de Biologia na Unisinos. Av. Unisinos, 950, São Leopoldo.

³ Doutora em Agronomia, Professora do PPG em Biologia da Unisinos – Lab. de Microbiologia e Toxicologia.

Microbiologia e Toxicologia da Unisinos. O inseticida biológico Agree®, utilizado nessa pesquisa, foi fornecido pela empresa BioControle.

Para os bioensaios, *in vivo*, o produto biológico foi diluído em cinco concentrações: 0,002g/mL; 0,001g/mL; 0,0005g/mL; 0,00025 g/mL e 0,0001g/mL. Na testemunha, o tratamento foi substituído por água destilada estéril, sendo utilizadas 30 lagartas de 2º instar por tratamento, individualizadas em mini-placas de acrílico, contendo dieta artificial de Poitout. Na superfície da dieta foram aplicados 100µl de cada tratamento, em triplicata, sendo os bioensaios mantidos em B.O.D (26°C, 70% de UR e 12h de fotofase). A mortalidade foi avaliada até o 7º dia, sendo corrigida pela fórmula de Abbott e a Concentração Letal determinada pela análise de Probit.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de mortalidade, obtidos nos ensaios, *in vivo*, com o biopesticida Agree® e as lagartas de *S. frugiperda* constam na Figura 1.

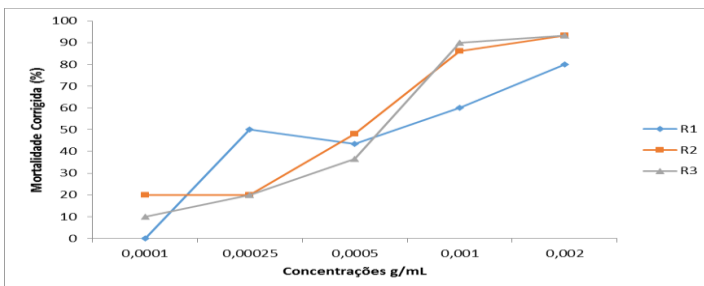


Figura 1. Mortalidade Corrigida (%) de lagartas de *Spodoptera frugiperda* tratadas com o bioproduto Agree®, em triplicata (R1, R2, R3).

Os dados de mortalidade demonstram a maior eficiência do produto quando utilizada a maior concentração. Nesse sentido, Polanczyk et al. (2000), determinaram o espectro inseticida de diferentes subespécies de *B. thuringiensis* à *S. frugiperda* demonstrando a maior mortalidade para *Bt aizawai*, seguido de *Bt thuringiensis* e *Bt kurstaki*.

Na Tabela 1 encontram-se os dados da Concentração Letal do inseticida microbiano à lagarta militar.

Tabela 1. Concentrações Letais do biopesticida Agree® em lagartas de 2º instar de *Spodoptera frugiperda*.

	Valor CL _s *	LI _s	LS _s
CL ₁₀	0,00012	0,00005	0,00020
CL ₂₅	0,00024	0,00013	0,00034
CL ₅₀	0,00054	0,00036	0,00068
CL ₇₀	0,00089	0,00066	0,00136
CL ₉₀	0,00204	0,00135	0,00430
CL ₉₅	0,00304	0,00185	0,00768
CL ₉₉	0,00640	0,0033	0,02318

CL= Concentração Letal em g/mL; LI = Limite Inferior do Intervalo de Confiança, a 95%; LS = Limite Superior do Intervalo de Confiança, a 95%.

O valor da Concentração Letal Média (CL₅₀) é importante para determinar a aplicação de produtos em larga escala, como casa de vegetação e campo, pois o intuito do controle é manter as populações de pragas em níveis que não causem danos econômicos às lavouras. Nesse sentido, é importante ressaltar que o biopesticida é composto por duas cepas de *B. thuringiensis* que se caracterizam por apresentarem genes das famílias *cry1* e *cry2*, ativos a insetos da ordem Lepidoptera.

CONCLUSÃO

O inseticida microbiano Agree® mostrou-se eficiente para o controle de *S. frugiperda*, em laboratório. Nesse sentido, ensaios em casa de vegetação e também em parcelas experimentais de arroz são importantes a fim de viabilizar a solicitação da extensão de uso do referido produto pela empresa comercializadora para o controle de *S. frugiperda* na cultura do arroz, viabilizando assim o manejo das populações desse inseto nos agroecossistemas em estudo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a empresa BioControle pelo fornecimento do produto comercial Agree®, ao CNPq e projeto RHAЕ (edital 17/2012) e a FAPERGS pelo apoio financeiro no desenvolvimento dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONAB. **Levantamentos de safra**: 8º Levantamento grãos safra 2014/15. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 3 jun. 2015.
- Gallo, D.; Nakano, O.; Silveira Neto, S.; Carvalho, R.P.L.; Baptista, G.C.; Berti Filho, E.; Parra, J.R.P.; Zucchi, R.A.; Alves, S.B.; Vendramin, J.D.; Mrchini, L.C.; Lopes, J.R.S.; Omoto, C. 2002. Métodos de Controle de Pragas, p.243-359. In: D. Gallo et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ. 920p.
- Fiuza, L. M.; Berlitz, D. L. Produtos de *Bacillus thuringiensis*. Comercialização e registro. **Biотecnologia Ciência e Desenvolvimento**, n.38, p. 58-60, 2009.
- Höfte, H.; Whiteley, H. R. Inseticidal crystal proteins of *Bacillus thuringiensis*. **Microbiology Reviews**, n. 53, p. 242-255, 1989.
- Lehr P. 2010. **Biopesticides: the global market**. Report code CHM029B, BCC research Diponível em: www.bbccresearch.com.
- Polanczyk, R.A.; Alves, S.B. Interação entre *Bacillus thuringiensis* e outros entomopatógenos no controle de *Spodoptera frugiperda*. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología** v. 74, p. 24-33, 2005.
- Polanczyk, R. A. et al. Effectiveness of *Bacillus thuringiensis* strains against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae). **Brazilian Journal of Microbiology**, n. 31, p. 165-167, 2000. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/19365/000295540.pdf?sequence=1>

CONDIÇÃO REPRODUTIVA DE FÊMEAS HIBERNANTES E PÓS-HIBERNANTES DE *Tibraca limbativentris* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

Eloá Matos dos Santos¹; Nelson Cristiano Epping¹; João Paulo Souto Fernandes¹; Leticia Oliveira de Paula¹; Cícera José Alencar¹; Fernando Felisberto da Silva²; José Francisco da Silva Martins³; José Alexandre Barrigossi⁴

Palavras-chave: Biologia, Percevejo-do-colmo, Diapausa, *Oryza sativa*.

INTRODUÇÃO

O percevejo-do-colmo (*Tibraca limbativentris* Stal, 1860) é um inseto de ocorrência crônica na cultura do arroz irrigado no Sul do Brasil, ocorrendo também em todas as regiões orizícolas da América do Sul (MARTINS et al., 2004). O percevejo-do-colmo pode ser encontrado nas fases vegetativa e reprodutiva da cultura, provocando os sintomas conhecidos por “coração-morto” e “panícula-branca”, respectivamente (REUNIÃO, 2014).

Tais insetos são sensíveis à temperatura e fotoperíodo e passam por um período de diapausa em sítios de hibernação, próximos à lavoura, quando estas condições não são favoráveis e na ausência da cultura ou entressafra (KLEIN et al., 2013; BOTTA et al., 2014). Conforme BOTTA et al. (2014), a emigração dos adultos pré-hibernantes do percevejo-do-colmo em direção aos sítios de hibernação inicia-se em fevereiro, quando as temperaturas começam a diminuir. Em agosto, ou quando as temperaturas novamente começam a elevar-se, inicia-se o movimento de imigração ou abandono do sítio de hibernação pelos insetos pós-hibernantes. Porém, os mesmos autores constataram que o total abandono do sítio de hibernação pode dar-se, de forma gradual, até novembro, quando nenhum indivíduo adulto foi verificado nos sítios de hibernação.

Ainda, conforme KOSTAL (2011), insetos em diapausa apresentam uma sequência de comportamentos que se inicia com o armazenamento de reservas energéticas, seguido pela movimentação até os microhabitats adequados para hibernação, cessação de desenvolvimento, supressão do metabolismo, alterações da fisiologia e aquisição de resistência a estressores ambientais, que são frequentemente induzidos por sinais de fotoperíodo.

Neste aspecto, surge a necessidade do entendimento da fisiologia reprodutiva das fêmeas pré e pós-hibernantes do percevejo. Caso as fêmeas entrem em diapausa fecundadas ou com a presença de ovócitos em seus ovários, no momento em que este período cessar, de imediato já estariam aptas a depositar seus ovos nas plantas de arroz. Por outro lado, caso elas entrem em diapausa imaturas ou sem a presença de ovócitos, provavelmente após a diapausa haveria um período que as mesmas necessitariam para que tal processo reprodutivo possa ocorrer. Em termos de manejo, isso possibilitaria, através de monitoramentos precoces, um melhor planejamento por parte do orizicultor. Com este trabalho objetivou-se avaliar a presença de ovócitos nos ovários de fêmeas hibernantes e pós-hibernantes do percevejo-do-colmo, a fim de caracterizar sua condição reprodutiva.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em área comercial da cultivar Guri INTA CL de arroz irrigado, localizada no município de Itaqui (RS) 29°09'53.86"S 56°29'28.75"O durante a safra

¹ Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Campus Itaqui, Av. Luiz Joaquim de Sá Brito, s/n, Itaqui, RS, Brasil. E-mail: eloamattos@hotmail.com;

² Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Associado, UNIPAMPA Campus Itaqui;

³ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador, Embrapa Clima Temperado;

⁴ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão.

orizícola de 2014/15.

Foram coletados 63 percevejos pós-hibernantes durante o mês de novembro de 2014, quando a cultura estava em estágio V3, e 31 em sítio de hibernação ao lado da lavoura entre os dias 17 e 27 de março de 2015. Os insetos foram conduzidos ao Laboratório de Entomologia da Universidade Federal do Pampa – Campus Itaqui, para sexagem e dissecação. Como critério para sexagem os insetos foram analisados em microscópio estereoscópio quanto à conformação ventral dos últimos segmentos abdominais. Dos insetos coletados, obteve-se 24 e 12 fêmeas, respectivamente para cada período de coleta. As dissecações foram realizadas também com o auxílio de microscópio estereoscópio, sobre tampa de caixas Gerbox. Para tal, as fêmeas tiveram suas pernas e asas retiradas e o tegumento do abdômen cortado lateralmente, seguindo a linha pleural na altura dos espiráculos, por meio de um bisturi cirúrgico, separando-se a parte dorsal da ventral. Durante o processo, a fim de se evitar a desidratação dos tecidos internos dos insetos, utilizou-se água destilada. Após, para facilitar a visualização da estrutura reprodutiva e dissolução do excesso de gordura, utilizou-se álcool 70%.

Após a dissecação e fixação da estrutura reprodutiva, com base em MOURÃO & PANIZZI et al. (2002), as fêmeas foram classificadas em imaturas (ausência de ovócitos), intermediárias (ovário parcialmente preenchido) e maduras (ovário totalmente preenchidos).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maioria das fêmeas pós-hibernantes obtidas apresentaram a estrutura reprodutiva na condição madura, ou seja, repleta de ovos. Já as fêmeas coletas em hibernação, apresentaram a condição imatura em sua totalidade, apresentando ainda a cavidade abdominal repleta de corpos gordurosos (Tabela 1 e Figura 1).

Em trabalho realizado em Goiás, RIOS et al. (2014) coletaram fêmeas de *Euschistus heros*, *T. limbativentris* e *Oebalus ypsilon* e, após dissecadas, constaram que a condição reprodutiva pode ser indicativo de entrada ou saída do período de diapausa. Os autores verificaram que 58% dos indivíduos de *T. limbativentris* coletados no início de safra, 43% dos *E. heros* coletados no final de safra e 67% dos indivíduos de *O. ypsilon* coletados no início de safra possuíam gônadas imaturas, concluindo que mais de 40% de fêmeas com gônadas imaturas, indicaria que os indivíduos estavam entrando ou saindo do período de diapausa.

Tabela 1. Condição da estrutura reprodutiva de fêmeas de *Tibraca limbativentris* pós-hibernantes e hibernantes. Itaqui, RS.

Condição reprodutiva	Pós-hibernantes*	Hibernantes**
Imatura	2	12
Intermediária	5	0
Madura	17	0

*Fêmeas coletadas em novembro de 2014, em plantas de arroz em estágio V3. **Fêmeas coletadas em março de 2015, em sítio de hibernação.

No presente estudo os dados obtidos aliados aos já verificados por BOTTA et al. (2014) são indicativos que as fêmeas de *T. limbativentris* entram em diapausa na condição de imaturidade. Semelhantemente, em *E. heros*, MOURÃO & PANIZZI (2002), demonstraram que esse percevejo entra em diapausa reprodutiva sob fotofase de 12 horas ou menos, apresentando órgãos reprodutivos imaturos ou com desenvolvimento intermediário.

Concomitante a estes resultados, o fato das fêmeas ingressarem imaturas no sítio de hibernação e estarem maduras no início da safra, indica a existência de um período, que provavelmente inicia-se em agosto e estende-se até novembro, no qual ocorre a maturação do aparelho reprodutivo das fêmeas. Convém ressaltar que as plantas de arroz no momento da coleta das fêmeas pós-hibernantes encontravam-se em estágio V3, induzindo a

possibilidade de que um manejo anterior que visasse a redução populacional dos insetos poderia proporcionar uma redução significativa da infestação na safra em curso.

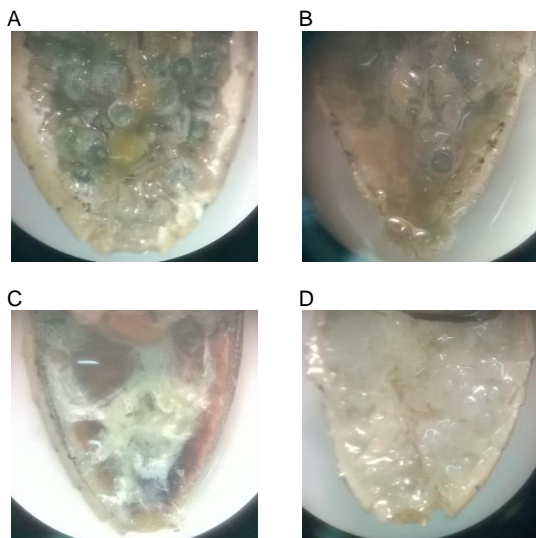


Figura 1. Estrutura reprodutiva madura (A), intermediária (B), imatura (C) e cavidade abdominal repleta de corpos gordurosos (D) em fêmeas de *Tibraca limbativentris*. Itaquí, RS.

CONCLUSÃO

Fêmeas de *T. limbativentris* entram em diapausa com as estruturas reprodutivas imaturas, já as fêmeas pós-hibernantes apresentam estruturas maduras ao ingressarem nas primeiras lavouras de arroz irrigado implantadas.

AGRADECIMENTOS

Ao Grupo Pitangueira pela cedência da área onde foi realizado este estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOTTA, R.A.; SILVA, F.F. da; PAZINI, J. de B.; MARTINS, J.F. da S.; RUBENICH, R. Abundância sazonal do percevejo-do-colmo do arroz. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 4, p. 417-423, 2014.

KLEIN, J. T.; REDAELLI, L. R.; BARCELLOS, A. *Andropogon bicornis* (Poales, Poaceae): a hibernation site for Pentatomoidea (Hemiptera: Heteroptera) in a rice-growing region of southern Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 42, n. 3, p. 240-245, 2013.

KOSTAL, V. Insect photoperiodic calendar and circadian clock: independence, cooperation, or unity? **Journal of Insect Physiology**, v. 57, n. 5, p. 538-556, 2011.

MARTINS, J. F. da S.; BOTTON, M. CARBONARI, J.J; QUINTELA, E.D. Eficiência de *Metarhizium anisopliae* no controle do percevejo-do-colmo *Tibraca limbativentris* (Heteroptera: Pentatomidae) em lavoura de arroz irrigado. **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1681-1688, 2004.

MOURÃO, A. P. M.; PANIZZI, A. R. Photophase influence on the reproductive diapause, seasonal morphs, and feeding activity of *Euschistus heros* (Fabr., 1798) (Hemiptera: Pentatomidae). **Brazilian Journal of Biology**, n.62, v.2, p.231-238, 2002.

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 30., 2014, Bento Gonçalves. Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Santa Maria: SOSBAI, 2014. 192p.

RIOS, L. de S.; SILVA, E.H.; HIROSE, E.; BARRIGOSI, J.A. Determinação da diapausa pelo desenvolvimento gonadal em percevejos de importância agrícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 25. **Anais...** Goiânia, GO: Embrapa Arroz e Feijão/Universidade Federal de Goiás, 2014.

CONTROLE QUÍMICO DA BICHEIRA-DA-RAIZ (*ORYZOPHAGUS ORYZAE*) COM TRATAMENTO DE SEMENTES EM ARROZ IRRIGADO

Danielle Almeida¹; Jaime Vargas de Oliveira²; Tiago Viegas Cereza³ e Elvis Tolfo Veber³

Palavras-chave: *Oryza sativa*, inseticida, gorgulho-aquático

INTRODUÇÃO

A bicheira-da-raiz é um inseto-praga de grande importância econômica e amplamente distribuído nas regiões arrozeiras de todo continente americano (FREITAS, 2013). Segundo as recomendações técnicas atuais para a cultura do arroz irrigado, a cada larva encontrada por amostra (10 cm de diâmetro x 20 cm de altura), a partir de uma infestação base de 5 larvas/amostra, é esperada uma redução de 1,1% e 1,5% na produtividade de cultivares de ciclo médio e precoce, respectivamente (SOSBAI, 2014).

Vários aspectos do manejo da cultura do arroz irrigado exercem influência sobre os níveis populacionais e de dano de *O. oryzae* (MARTINS et. al, 2007). Assim, algumas práticas são recomendadas para minimizar a presença e o dano da bicheira-da-raiz, como a sistematização do solo, limpeza dos canais de irrigação, adubação nitrogenada suplementar e utilização de cultivares resistentes a esse inseto-praga (SOSBAI, 2014). Contudo, apesar dessas práticas de manejo contribuírem para a redução da população e dos danos de *O. oryzae*, em determinadas circunstâncias, não evitam a ocorrência de níveis de infestação de larvas economicamente prejudiciais à cultura, tornando necessário o uso de inseticidas químicos (MARTINS et. al., 2007). O uso de inseticidas pode ser feito por diferentes formas de aplicação dos produtos e em diferentes épocas, sendo o tratamento de sementes com inseticidas o método mais difundido (AZAMBUJA et. al., 2013).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de diferentes inseticidas e doses no controle de larvas da bicheira-da-raiz.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, na safra 2014/2015, no município de Novo Cabrais-RS, na região fisiográfica da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, em uma propriedade particular situada a 29°44'30,95" S e 53°03'16,18" O.

A semeadura do experimento ocorreu no dia 27 de novembro de 2014, em área preparada no sistema cultivo mínimo. A cultivar semeada foi a Puitá INTA CL, na densidade de semeadura de 100 kg ha⁻¹. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com 4 repetições. Foi utilizada uma semeadora de parcelas de 10 linhas, espaçadas em 0,17m, de forma que a largura das parcelas foi de 1,7m, e o comprimento de 6 m, totalizando 10,2 m² a área da parcela.

Os tratamentos testados foram: Standak (Fipronil), na dose de 120 mL/100kg semente; Cruiser Opti (Tiametoxam + Lambda-cialotrina), na dose de 500 mL/100kg semente; Cropstar (Imidacloprido + tiodicarbe), nas doses de 500 e 700 mL/100kg semente; Cropstar (Imidacloprido + tiodicarbe) + Standak (Fipronil) nas doses de 300+120 mL/100kg semente, respectivamente e 500+120 mL/100kg semente, respectivamente. Além de uma que testemunha não recebeu tratamento químico. O tratamento das sementes foi realizado no

¹ Eng.^a Agr.^a, M.Sc, IRGA, Estação Experimental do Arroz, Av. Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494, Cachoeirinha, RS. CEP: 94930-030, danielle-almeida@irga.rs.gov.br.

² Eng. Agr., M.Sc, UNITEC.

³ Técnico Orizícola, IRGA.

dia da semeadura.

A entrada da água nos quadros ocorreu no dia 20 de dezembro de 2014. As avaliações para determinar o número de larvas de cada parcela foram realizadas em 19/01/2015 e 29/01/2015 (aos 30 e 40 dias após a irrigação), seguindo a metodologia proposta por Sosbai (2014). Além da população larval foi avaliado o rendimento de grãos, através da colheita de uma área de 4,08 m² em cada parcela. Após a trilha, foi determinado o peso de grãos por unidade experimental e extrapolado para rendimento de grãos (em kg ha⁻¹), na umidade de 13%.

Os parâmetros avaliados foram analisados estatisticamente através do teste F e, quando houve significância estatística, foi feita comparação entre médias pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas duas avaliações, todos os tratamentos com inseticidas tiveram número de larvas diferente do tratamento testemunha e todos com eficiência de controle superior a 80%, conforme pode ser visto na Tabela 1. Na primeira avaliação, aos 30 dias após a irrigação, os tratamentos com o Cruiser Opti na dose de 500 mL/100kg semente, Cropstar na dose de 700 mL/100kg semente e o Cropstar + Standak na dose de 500+120 mL/100kg semente apresentaram 100% de eficiência, porém não houve diferença estatística para o número médio de larvas destes tratamentos e os demais tratamentos que tiveram as sementes tratadas. Na segunda avaliação, aos 40 dias após a irrigação, o inseticida Cropstar na dose de 700 mL/100kg semente, apresentou 100% de eficiência, mas só apresentou número médio de larvas diferente estatisticamente do tratamento em que foi utilizado Standak (Fipronil) na dose de 120 mL/100kg. Nas duas avaliações realizadas, a mistura entre Cropstar e Standak não apresentou diferença estatística para o número médio de larvas quando comparada com os tratamentos em que as sementes foram tratadas com estes inseticidas isoladamente. Não houve diferença estatística entre os tratamentos para o rendimento de grãos. É importante testar a eficiência de produtos no controle da bicheira-da-raiz, assim como ter diferentes princípios ativos disponíveis, pois as sementes tratadas com esses produtos atualmente são utilizadas em cerca de 70% da área de 1,05 milhão de hectares cultivados com arroz irrigado no Rio Grande do Sul (AZAMBUJA, et al., 2013).

Tabela 1. Número de larvas de bicheira-da-raiz e eficiência de controle (%) de inseticidas aplicados em tratamento de sementes. Novo Cabrais, RS, 2015.

Tratamento	Dose (mL ha ⁻¹)	1ª Avaliação ¹		2ª Avaliação ²		Rendimento de grãos (t ha ⁻¹)
		Nº médio de larvas	Eficiência (%)	Nº médio de larvas	Eficiência (%)	
Testemunha	-	18b*	-	17c	-	7,26 ns
Standak	120	2a	89	2,5b	85	7,54
Cruiser Opti	500	0a	100	0,5ab	97	7,66
Cropstar	500	2a	89	1,5ab	92	7,55
Cropstar	700	0a	100	0a	100	7,67
Cropstar + Standak	300 + 120	1,5a	92	1ab	94	7,51
Cropstar + Standak	500 + 120	0a	100	0,5ab	97	7,62

¹ Avaliação realizada 30 dias após a inundação.

² Avaliação realizada 40 dias após a avaliação.

* Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

ns - não significativo

CONCLUSÃO

Os inseticidas e doses testados proporcionam controle de larvas superior a 80%, sendo eficientes no controle da bicheira-da-raiz do arroz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZAMBUJA, I. H. V. et al. Resultado econômico da redução da dose do inseticida fipronil aplicada em sementes de arroz para o controle da bicheira-da-raiz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8. Santa Maria, RS, 2013. **Anais...** Santa Maria: UFSM/SOSBAI, 2013. Disponível em: < <http://www.cbai2013.com.br/cdonline/docs/trab-2886-229.pdf> >. Acesso em: 27 jun. 2015.

FREITAS, T. F. S. Dano da bicheira-da-raiz a duas cultivares de arroz irrigado sob doses de nitrogênio em cobertura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8. Santa Maria, RS, 2013. **Anais...** Santa Maria: UFSM/SOSBAI, 2013. p.437-470.

MARTINS, J.F. da S.; CUNHA, U.S. da. Situação do sistema de controle químico do gorgulho-aquático *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima) (Coleoptera: Curculionidae) na cultura do arroz no Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 25p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 215).

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. XXX **Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado**. Bento Gonçalves, RS. – Santa Maria: SOSBAI, 2014. 192 p.

DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA BASE DE DESENVOLVIMENTO E MORTALIDADE DE *Thyanta perditor* (HEMIPTERA:PENTATOMIDAE) ALIMENTADO COM PANÍCULA DE ARROZ

José Alexandre Freitas Barrigossi¹; Juliana Duarte de Souza Alonso²

Palavras-chave: percevejo fitófago, limite térmico, velocidade de desenvolvimento.

INTRODUÇÃO

Percevejos do gênero *Thyanta* são considerados alvo de controle fitossanitário em muitas culturas. No Brasil, essa espécie é comumente encontrada na soja, trigo, arroz, sorgo e girassol (MALAGUIDO & PANIZZI, 1998; PANIZZI et al., 2000). Esse percevejo pode ocorrer em altas densidades populacionais na Região Centro-Oeste, especialmente em culturas infestadas de plantas daninhas (PANIZZI et al., 2000). Todavia, poucas informações sobre os aspectos bioecológicos dessa espécie foram descritos (PEREZ et al., 1980; GRAZIA et al., 1982; PANIZZI & HERZOG, 1984). Entre diversos aspectos que devem ser estudados destaca-se o efeito climático na biologia de *T. perditor*, pois a temperatura influencia a velocidade de desenvolvimento e a sobrevivência de insetos, assim como influencia suas populações e distribuição geográfica. Em geral, quanto maior a temperatura maior será sua taxa de desenvolvimento (HADDAD et al., 1999). O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da temperatura no desenvolvimento de *T. perditor* alimentados com panículas de arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

Os bioensaios foram realizados no Laboratório de Entomologia da Embrapa Arroz e Feijão, em de Santo Antônio de Goiás/GO, no primeiro semestre de 2015. Adultos de *T. perditor* coletados na área experimental da Embrapa foram utilizados para iniciar uma colônia estabelecida em plantas arroz BR-Irga 409, cultivadas em vasos (5L) em casa-de-vegetação (temperatura ambiente). Os ovos utilizados no bioensaio foram provenientes da segunda geração de indivíduos para manutenção da diversidade genética e pertencia a mesma coorte. O bioensaio foi conduzido em cinco B.O.D.s (Quimis Q315F) com diferentes temperaturas e controle de luminosidade. As temperaturas constantes utilizadas foram 17, 20, 24, 28, 32°C, fotofase de 14hL:10hE e UR 60±10%. Para cada temperatura foram usadas 20 repetições. Cada repetição era composta por uma postura com 10 ovos. Um total de 1000 insetos foi monitorado. A unidade experimental consistiu de 10 indivíduos acondicionados em uma placa de Petri (9 x 2 cm) (até o terceiro instar) ou em uma gaiola (copo plástico de 700ml) (a partir do terceiro instar), com 10 indivíduos/repetição. Nas placas, as ninfas eram alimentadas com 20 grãos de arroz BR-Irga109 e nas gaiolas era oferecida uma panícula inteira de BR-Irga109 com a haste, sempre na fase leitosa e/ou pastosa. As avaliações foram realizadas diariamente verificando o período (dias) de cada estágio de desenvolvimento, confirmado pelas sucessivas mudas (exúvias) e verificando o número de óbitos. As exúvias eram registradas e removidas, assim como também os indivíduos mortos. Os insetos foram avaliados até atingirem a fase adulta.

Para determinar a temperatura base foi utilizado o Modelo Linear da Hipérbole, que baseia-se na expressão da hipérbole e de sua recíproca. Com a utilização da constante

¹ Entomologista, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP:75375-000, Sto. Antonio de Goiás, GO. jose.barrigossi@embrapa.br.

² Doutor em Ciências, Área de Concentração em Entomologia, Universidade de São Paulo.

térmica K (graus-dia) estimou-se o limite térmico inferior de desenvolvimento. O Modelo apresenta as seguintes equações:

$$y = a + bT \text{ (equação da velocidade de desenvolvimento)} \quad (1)$$

$$K = d(T - T_0) \quad (2)$$

em que, y= tempo requerido para completar o desenvolvimento (dias), T= a temperatura ambiente (°C), a= coeficiente linear da reta e b= coeficiente angular da reta; K= constante térmica estágio-específico (graus-dia), T= temperatura avaliada (°C) e T₀= temperatura base (°C) (HADDAD et al., 1999).

Todos os dados foram submetidos a análises exploratórias (Teste de Shapiro-Wilk) para verificar a normalidade e submetidos à análise de variância (ANOVA) e médias separadas pelo teste Tukey ($\alpha=0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas mais amenas (17 e 20°C) proporcionaram as mais lentas velocidades de desenvolvimento de ovo a adulto. Nessas temperaturas, os insetos levaram quase o dobro de tempo (54,39 e 53,37 dias, respectivamente) para completarem o desenvolvimento dos imaturos quando comparado aos insetos expostos à temperatura mais elevada (32°C) (28,15 dias). Essa característica já foi observada para o percevejo *Dichelops melacanthus* (Heteroptera: Pentatomidae), que não se adaptou a temperaturas amenas constantes (15 e 20°C). O tempo de desenvolvimento foi maior quando as ninfas foram mantidas à temperatura de 20°C, em comparação à de 25°C (CHOCOROSQUI & PANIZZI, 2002).

Os insetos expostos a 17, 20 e 32°C apresentaram elevada mortalidade, com 93,61, 93,82 e 89,34%, respectivamente. Os insetos expostos às temperaturas de 24 e 28 °C apresentaram a menor mortalidade (25,78 e 36,12%, respectivamente) e o período de desenvolvimento foi completo entre 40 e 43 dias (Tabela 1).

Tabela 1. Médias de desenvolvimento (dias) \pm EP de *Thyanta perditor* de acordo com as temperaturas. Santo Antônio de Goiás/GO, 2015.

Temperatura de Desenvolvimento (°C)	Média de Desenvolvimento (dias) \pm EP de <i>Thyanta perditor</i>						
	Ovo	1º. Ínstar	2º. Ínstar	3º. Ínstar	4º. Ínstar	5º. Ínstar	Ovo-Adulto
17	9,03 \pm 0,13a	7,10 \pm 0,10a	5,76 \pm 0,12b	6,67 \pm 0,11b	10,50 \pm 0,22a	15,33 \pm 0,76a	54,39 \pm 0,12a
20	5,56 \pm 0,05b	5,58 \pm 0,06b	8,18 \pm 0,12a	9,62 \pm 0,15a	10,16 \pm 0,16a	14,27 \pm 0,30a	53,37 \pm 0,23a
24	5,17 \pm 0,05b	4,99 \pm 0,06b	6,13 \pm 0,06b	6,88 \pm 0,08b	8,01 \pm 0,12a	12,38 \pm 0,97a	43,57 \pm 0,37b
28	5,37 \pm 0,05b	2,95 \pm 0,04c	5,03 \pm 0,10b	6,39 \pm 0,12b	9,05 \pm 0,15a	10,32 \pm 0,22b	39,10 \pm 0,08b
32	3,49 \pm 0,06c	2,72 \pm 0,15c	4,00 \pm 0,07b	4,91 \pm 0,10c	5,97 \pm 0,18b	7,06 \pm 0,61b	28,15 \pm 0,17c
Anova F	776,45	385,87	257,37	182,72	81,59	3,024	129,31
	**	**	**	**	**	*	**

Colunas com médias seguidas de letras semelhantes não apresentam diferenças significativas.

ANOVA (médias separadas pelo teste de Tukey).

*P<0,05; **P<0,01

Neste estudo, o período de desenvolvimento de *T. perditor* alimentados com panículas de arroz, foi maior do que quando foi alimentado com picão-preto (*Bidens pilosa*) (PANIZZI & HERZOG, 1984). Segundo Awan (1988), temperaturas de 25 e 27°C são ideais para os insetos, por expressarem todo o potencial genético e se desenvolverem adequadamente. Essa informação corrobora com o fato de as temperaturas de 24 e 28°C terem proporcionado o período de desenvolvimento mais rápido aos percevejos e com baixa mortalidade.

O período de incubação e a duração do primeiro ínstar diminuíram com o aumento das

temperaturas. Um padrão semelhante foi observado por Cividanes e Parra (1994) ao estudarem o efeito das temperaturas no desenvolvimento de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). Os percevejos que se desenvolveram a 20°C apresentaram um tempo maior para completarem os segundo e terceiro instares. O tempo de desenvolvimento dos quarto e quinto instares foram semelhantes nas temperaturas de 17, 20 e 24°C, sendo que somente a 28 e 32°C o tempo de desenvolvimento diminuiu (Tabela 1). A maior quantidade de mortos foi verificada na fase de incubação e no quinto instar, independente da temperatura (Tabela 2).

Tabela 2. Temperaturas base (°C), constantes térmicas estimadas e porcentagem de mortalidade para cada estágio e para cada temperatura constante de desenvolvimento de *Thyanta perditor*. Santo Antônio de Goiás/GO, 2015.

Estágios/ Tratamento	Temperatura base (°C)	Constante térmica K (graus-dia)	Mortalidade (%)
ovo	3,68	107,53	34,80
1º. Instar	9,07	161,35	13,70
2º. Instar	4,73	158,73	10,05
3º. Instar	10,31	227,27	7,95
4º. Instar	4,45	238,1	6,60
5º. Instar	5,21	208,33	26,90
ovo-adulto	7,33	609,34	-

A estimativa da temperatura basal para completar o ciclo ovo-adulto foi de 7,33°C (k=609,34 GD). Estima-se que a fase de ovo seja a mais tolerante a temperaturas mais frias (3,68°C) e o primeiro e terceiro instares precisam de maior quantidade de calor para completar a etapa (9,07 °C e 10,31 °C, respectivamente) (Tabela 2). As temperaturas influenciam a velocidade de desenvolvimento dos imaturos de *T. perditor*, com os períodos de desenvolvimento mais curtos observados nas temperaturas mais elevadas.

CONCLUSÃO

Considerando a velocidade de desenvolvimento e a mortalidade conclui-se que as temperaturas de 24 e 28°C são as mais adequadas ao desenvolvimento de *T. perditor*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AWAN, M. S. Development and mating behaviour of *Oechalia schellenbergii* Guérin-Méneville and *Cermatulus nasalis* (Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of the Australian Entomological Society**, v. 27, p.183-187, 1988.
- CIVIDANES, F. J.; PARRA, J. R. P. Zoneamento ecológico de *Nezara viridula* (L.), *Piezodorus guildinii*(West.) e *Euschistus heros* (Fabr.) (Heteroptera: Pentatomidae) em quatro estados produtores de soja do Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 23, p. 219-226, 1994.
- CHOCOROSQUI, V. R.; PANIZZI, A. R. Photoperiod influence on the biology and phonological characteristics of *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 63, p. 655-664, 2003.
- GRAZIA, J.; DEL VECCHIO M. C.; HILDEBRAND, R.; RAMIRO, Z.A. Estudo das ninfas de

pentatomídeos (Heteroptera) que vivem sobre soja (*Glycine max* (L.) Merrill): III—*Thyanta perditor* (Fabricius, 1974). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 11, p. 139-146, 1982.

HADDAD, M. L.; PARRA, J. R. P.; MORAES, R. C. B. **Método para estimar os limites térmicos inferior e superior de desenvolvimento de insetos**. Fundação de estudos Agrários. Piracicaba, FEALQ, 29 p., 1999.

KISHINO, K. **Estudo sobre percevejos prejudiciais na cultura da soja em cerrados**. Relatório EMBRAPA/CPAC/JICA, p. 85-127, 1980.

MALAGUIDO, A. B.; PANIZZI, A. R. Pentatomofauna associated with sunflower in northern Paraná state, Brazil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, n. 3, p. 473-475, 1998.

PANIZZI, A.R. et al. (ed.) Stink bugs (Pentatomidae). In: SCHAEFER, C.W.; PANIZZI A.R. (Ed.). **Heteroptera of economic importance**. Boca Raton: CRC, p. 421-474, 2000.

PANIZZI A. R.; HERZOG D. C. 1984. Biology of *Thyanta perditor* (Hemiptera: Pentatomidae). **Annals of Entomological Society of America**, v. 77, p. 646–650, 1984.

PEREZ, C. A.; SOUZA F^o, J. L.; NAKANO, O. Observações sobre a biologia e habito do percevejo *Thyanta perditor* (F.) (Hemiptera-Pentatomidae) em planta de trigo. **Solo**, v. 72, p. 61-62, 1980.

DIMENSIONAMENTO AMOSTRAL DO PERCEVEJO-DO-COLMO *Tibraca limbativentris* STAL, 1860 (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM ARROZ IRRIGADO POR INUNDAÇÃO NO PLANALTO DA CAMPANHA DO RIO GRANDE DO SUL

Juliano de Bastos Pazini¹; Enio Júnior Seidel²; Fernando Felisberto da Silva³; José Francisco da Silva Martins⁴; José Alexandre Barrigossi⁵

Palavras-chave: monitoramento, inseto-praga, *Oryza sativa*, Geoestatística.

INTRODUÇÃO

Tibraca limbativentris Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) ou popularmente conhecido como percevejo-marrom, percevejo-grande-do-arroz ou percevejo-das-hastes, pode atacar os arrozais nas fases vegetativa e reprodutiva, provocando os sintomas de “coração-morto” e “panícula-branca”, respectivamente. É uma espécie expressivamente prejudicial à cultura do arroz, principalmente aos cultivos irrigados por inundação, localizados no Sul do Brasil (MARTINS et al., 2004; REUNIÃO, 2014), para o qual é estimado uma redução de 1,2% na produtividade de grãos para cada inseto adulto/m² (REUNIÃO, 2014). Aliado a isso, as estratégias de manejo adotadas para esta praga tem desconsiderado os preceitos do Manejo Integrado de Pragas (MIP), principalmente, sem o devido monitoramento do inseto. Entretanto, deve-se considerar que indicações sobre técnicas de amostragem para esta praga são incipientes, podendo gerar dúvidas aos orizicultores quanto a sua eficiência. A exemplo disto pode ser destacado a atual prescrição de monitoramento, a qual, sem muitos detalhes, preconiza a utilização de, no mínimo, 30 pontos de amostragem equidistantes, na fase vegetativa da cultura (REUNIÃO, 2014).

O desenvolvimento de recomendações padronizadas de um esquema de amostragem para o monitoramento de insetos-praga em lavouras comerciais é primordial para respaldar a tomada de decisão a cerca do emprego de táticas de manejo, visto que a confiabilidade dos resultados coletados é proporcional ao padrão amostral empregado para obtê-los (BOARETTO e BRANDÃO, 2015). Partindo desse pressuposto, Pazini et al. (2013, 2015) demonstraram que ferramentas geoestatísticas podem ser utilizadas para este fim, ao mapear a probabilidade de ocorrência de *T. limbativentris* na cultura do arroz irrigado, bem como avaliar a influência de diferentes grades amostrais nesta determinação.

As inovações tecnológicas utilizadas na elaboração de planos para monitoramentos de insetos-praga de cultivos agrícolas extensivos, como o percevejo-do-colmo do arroz, devem, preferencialmente, aliar um número mínimo de pontos amostrados por área com ideal representação do local amostrado, a fim de se otimizar os gastos com tempo e esforço (MONTANARI et al., 2005). Em consequência disto, objetivou-se, com este trabalho definir o número de amostras por hectare para o mapeamento da probabilidade de ocorrência, bem como monitoramento de *T. limbativentris*, em fase vegetativa de arroz irrigado por

¹Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Fitossanidade, Departamento de Fitossanidade (DFs), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Campus Universitário s/n, Capão do Leão, RS, Brasil. E-mail: julianopazzini@hotmail.com;

²Matemático, Professor Adjunto, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM);

³Engenheiro Agrônomo, Professor Associado, Universidade Federal do Pampa/Campus de Itaqui (UNIPAMPA/Itaqui);

⁴Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador, Embrapa Clima Temperado;

⁵Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão.

inundação, na Região do Planalto da Campanha do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na safra de 2009/10, em lavoura comercial de arroz instalada num Luvisolo, com declividade média de 4,8%, situada a 29°09'56.52"S e 56°29'20.06"W, em Itaqui, Região do Planalto da Campanha do Rio Grande do Sul. O clima predominante da região é Cfa, subtropical, temperado quente, com chuvas bem distribuídas e estações bem definidas, segundo classificação de Köppen-Geiger. A cultura foi implantada em cultivo mínimo, com a cultivar IRGA 417, na primeira semana do mês de outubro, na densidade de 60 sementes m linear⁻¹, num espaçamento de 0,17 m entre linhas. A adubação foi de 286 kg ha⁻¹ de 4-17-27 N-P-K na semeadura, 150 kg ha⁻¹ de 45-0-0 N-P-K aos 15 dias pós-emergência das plântulas, antes da inundação do arrozal, e 75 kg ha⁻¹ de 30-0-20 N-P-K na diferenciação do primórdio floral. O manejo fitossanitário foi empregado conforme as recomendações técnicas para a cultura do arroz irrigado (REUNIÃO, 2007), no entanto, sem aplicações de inseticidas.

Para o monitoramento de *T. limbativentris* na lavoura, foi estabelecido, previamente, um *grid* aproximadamente regular com 81 pontos georreferenciados e equidistantes 50 m, conforme orientação adaptada de Kuno (1991), num talhão de lavoura de 13,7 ha. O levantamento ocorreu no dia 06/01/2010 quando as plantas encontravam-se em V11, correspondendo ao estágio de formação do colar na 11ª folha do colmo principal, no final do estágio vegetativo (COUNCE et al., 2000). Em cada ponto de amostragem lançou-se um quadrado de metal medindo 0,5 m x 0,5 m, onde as plantas inseridas no quadrado foram examinadas visualmente a fim de realizar a contagem do inseto em sua fase jovem e adulta.

O dimensionamento amostral para definir o número mínimo de amostras a serem coletadas por hectare no monitoramento de *T. limbativentris* foi estabelecido segundo Oliveira et al. (2014) pela seguinte expressão:

$$n = \frac{A}{(a^2)/10000}$$

Em que: "A" é a área total em estudo (hectare); "a" é o alcance obtido pela estimação/ajuste do semivariograma em análise geoestatística (metros).

Os valores de alcance a serem empregados são oriundos das pesquisas de Pazini et al. (2013, 2015), nas quais foram mapeadas as probabilidades de ocorrência de adultos, ninfas e adultos+ninfas. Nas três avaliações (adultos, ninfas e adultos+ninfas) foi ajustado modelo esférico (ZIMBACK, 2001) ao semivariograma amostral, por meio do pacote geoR (RIBEIRO JÚNIOR; DIGGLE, 2001) do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011). A qualidade dos ajustes dos semivariogramas que geraram as estimativas de alcance foi determinada pelo Índice de Dependência Espacial (IDE), proposto por Seidel e Oliveira (2014) pela seguinte expressão:

$$IDE(\%) = 0,375 \cdot \frac{C_1}{C_0 + C_1} \cdot \frac{a}{0,5 \cdot MD} \cdot 100$$

Em que: "0,375" é o fator de modelo (FM) para o ajuste de modelo esférico ao semivariograma; "C₁" é a contribuição; "C₀" é o efeito pepita; "a" é o alcance; "0,5.MD" é a metade da máxima distância entre pontos no *grid* de amostragem. O "IDE", no ajuste de modelo esférico, varia de 0 a 37,5%. Na área em estudo obteve-se MD= 575,6 m. Os parâmetros acima descritos são provenientes dos estudos de Pazini et al. (2013, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os parâmetros estimados no modelo esférico ajustado aos semivariogramas amostrais para adultos, ninfas e adultos+ninfas de *T. limbativentris*, em fase vegetativa da cultura do arroz irrigado.

Tabela 1. Parâmetros estimados do modelo esférico ajustado aos semivariogramas amostrais para adultos, ninfas e adultos+ninfas de *Tibraca limbativentris*, na fase vegetativa da cultura do arroz irrigado. Safra 2009/10. Itaquí-RS.

Avaliação	Efeito pepita (C ₀)*	Contribuição (C ₁)*	Patamar (C ₀ +C ₁)*	Alcance (a)*	IDE
adultos	0,00	0,07	0,07	139,80	18,20
ninfas	0,00	0,06	0,06	76,50	10,00
adultos+ninfas	0,00	0,05	0,05	100,80	13,10

*Resultados obtidos de Pazini et al. (2013, 2015).

Observa-se que os valores de efeito pepita foram nulos, indicando que os erros de amostragem foram desprezíveis (ODA-SOUZA et al., 2008) e que o espaçamento entre pontos utilizado no *grid* (50 m x 50 m) foi apropriado. Os alcances, que representam a distância limite da dependência espacial, isto é, que em monitoramentos as distâncias entre os pontos devem ser menores que os valores do alcance, variaram entre 76,50 e 139,50 m (FERRAZ et al., 2012). Além disso, os valores de IDE indicam moderada dependência espacial e que os ajustes do modelo esférico aos semivariogramas foram adequados.

A Tabela 2 apresenta o número mínimo de amostras por hectare e o espaçamento máximo a ser considerado em futuros estudos sobre o mapeamento da probabilidade de ocorrência de *T. limbativentris* e em monitoramentos dessa praga, em fase vegetativa da cultura. Nota-se, que o valor do alcance pode ser considerado como o espaçamento máximo entre os pontos na malha de amostragem (OLIVEIRA et al., 2014, 2015).

Tabela 2. Número mínimo de amostras por hectare e o espaçamento máximo entre amostras a ser considerado em monitoramentos de *T. limbativentris*, em fase vegetativa da cultura do arroz irrigado.

Avaliação	Número mínimo de amostras/hectare (n)	Espaçamento máximo entre amostras (m)
adultos	7	139
ninfas	24	76
adultos+ninfas	14	100
Média	13	106

Foi possível constatar valores diferentes de número mínimo de amostras por hectare e espaçamentos entre amostras para as diferentes fases de vida do inseto, isolada e simultaneamente (adultos, ninfas e adultos+ninfas) (Tabela 2). Esse resultado de maior densidade amostral para ninfas pode ser explicado em razão de estas representarem a maioria da população encontrada nos arrozais, inclusive em fase vegetativa da cultura do arroz irrigado por inundação (BOTTA et al., 2014). Sugere-se, no entanto, aplicar os valores médios observados do número mínimo de amostras por hectare e espaçamentos entre amostras (13 pontos por ha espaçados em até 106 m entre si). Aliado ao fato de não existirem estudos dessa natureza, estas informações devem servir como base para o mapeamento da probabilidade de ocorrência do percevejo-do-colmo do arroz, bem como para a definição de um plano de amostragem eficiente para monitoramentos da praga em arrozais irrigados por inundação, no estágio vegetativo.

Novos estudos, entretanto, devem ser realizados, pois os resultados descritos são válidos, somente, para a fase vegetativa da cultura do arroz irrigado por inundação. Ademais, a forma (ou geometria) do esquema amostral pode, também, influenciar nesta recomendação.

CONCLUSÃO

É possível afirmar que, em média, 13 pontos de amostragem por ha, espaçados em até 106 m entre si pode ser utilizado para o mapeamento da probabilidade de ocorrência e

monitoramento de *T. limbativentris*, em arrozais irrigados por inundação em estágio vegetativo, na Região do Planalto da Campanha do Rio Grande do Sul.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOARETTO, M.A.C.; BRANDÃO, A.L.S. **Amostragem de insetos**. Disponível em: <<http://www.uesb.br/entomologia/amostrag.html>>. Acesso em: 27 mai. 2015.
- BOTTA, R.A. et al. Abundância sazonal de percevejo-do-colmo do arroz. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 4, p. 417-423, 2014.
- COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, v. 40, p. 436-443, 2000.
- FERRAZ, G.A.S. et al. Agricultura de precisão no estudo de atributos químicos do solo e da produtividade de lavoura cafeeira. **Coffee Science**, v. 7, n. 1, p. 59-67, 2012.
- KUNO, E. Sampling and analysis of insect populations. **Annual Review of Entomology**, v. 36, p. 285-304, 1991.
- MARTINS, J.F. da S. et al. Eficiência de *Metarhizium anisopliae* no controle do Percevejo-do-colmo *Tibraca limbativentris* (Heteroptera: Pentatomidae) em lavoura de arroz irrigado. **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1681-1688, 2004.
- MONTANARI, R. et al. Forma da paisagem como critério para otimização amostral de latossolos sob cultivo de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 1, p. 69-77, 2005.
- ODA-SOUZA, M. et al. Aplicação de métodos geoestatísticos para identificação de dependência espacial na análise de dados de um ensaio de espaçamento florestal em delineamento sistemático tipo leque. **Revista Árvore**, v. 32, n.3, p. 499-509, 2008.
- OLIVEIRA, I.A. de et al. Spacial variability and sampling density of chemical attributes in archaeological black earth and native forest soil in Manicoré, AM. **Revista Floresta**, v. 44, n. 4, p. 735-746, 2014.
- OLIVEIRA, I.A. de et al. Use of scaled semivariograms in the planning sample of soil chemical properties in Southern Amazonas, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 1, p. 31-39, 2015.
- PAZINI, J. de B. et al. Mapeamento da probabilidade de ocorrência de *Tibraca limbativentris* em arroz irrigado por inundação. In: SIMPÓSIO DE GEOESTATÍSTICA APLICADA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 3., 2013, Botucatu. **Anais...** São Paulo: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2013.
- PAZINI, J. de B. et al. Malhas amostrais aplicadas ao mapeamento da probabilidade de ocorrência de *Tibraca limbativentris* em arroz irrigado. In: SIMPÓSIO DE GEOESTATÍSTICA APLICADA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 4., 2015, Botucatu. **Anais...** São Paulo: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2015.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R - A language and environment for statistical computing**. rev. 2.15.0. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. 2011.
- REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 27., 2007, Pelotas. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Pelotas: SOSBAI, 2007. 159p.
- REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 30., 2014, Bento Gonçalves. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: SOSBAI, 2014. 192p.
- RIBEIRO JÚNIOR, P.J.; DIGGLE, P.J. geoR: a package for geostatistical analysis. **R NEWS**, v. 1, n. 2, p. 15-18, 2001.
- SEIDEL, E.J.; OLIVEIRA, M.S. Novo índice geoestatístico para a mensuração da dependência espacial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, n. 3, p. 699-705, 2014.
- ZIMBACK, C.R.L. **Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo**. 2001. 114f. Tese (Livro-Docência em Levantamento do solo e Fotopedologia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

EFEITOS DE FUNGICIDAS REGISTRADOS PARA O CONTROLE DA BRUSONE EM ARROZ SOBRE O PARASITOIDE DE OVOS *Telenomus podisi* (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE)

Anderson Dionei Grützmacher¹; Juliano de Bastos Pazini²; José Francisco da Silva Martins³; Rafael Antonio Pasini⁴; Matheus Rakes⁵; Franciele Silva De Armas⁶

Palavras-chave: seletividade de agrotóxicos, controle biológico, parasitismo, *Oryza sativa*.

INTRODUÇÃO

A cultura do arroz irrigado, na região Sul do Brasil, é atacada por inúmeras doenças, que podem ocasionar perdas na produtividade e qualidade de grãos. Estima-se que as doenças fúngicas são responsáveis por danos na ordem de 20 a 50% aos arrozais irrigados do Rio Grande do Sul (BALARDIN; BORIN, 2001). Evidencia-se, dentre essas, a brusone [*Pyricularia oryzae* (Cavara); *Magnaporthe oryzae* B. Couth - forma perfeita], em que os danos podem comprometer até 100% da produção da lavoura, em anos em que as condições ambientais forem apropriadas à moléstia (PRABHU et al., 2003).

Embora seja o emprego de cultivares mais resistentes ou tolerantes o método mais prático, eficiente, econômico e ambientalmente sustentável para o controle da brusone, o controle por fungicidas químicos é técnica complementar muitas vezes necessária (REUNIÃO, 2014), principalmente em arrozais com histórico de ocorrência frequente e em anos os quais as condições climáticas são favoráveis ao desenvolvimento da doença (TELÓ et al., 2012). Entretanto, a contaminação do agroecossistema por agrotóxicos que pode advir nessas situações causa efeitos negativos aos organismos não-alvo associados a esse ambiente, mesmo em casos que insumos considerados mais modernos, como fungicidas triazóis e estrobilurinas, são empregados. Carmo (2008) relata a toxicidade desses fungicidas a adultos de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae), um importante inimigo natural de insetos-praga em diversos cultivos agrícolas (MOREIRA et al., 2009). Em vista disso, agrotóxicos que sejam, concomitantemente, eficazes contra pragas e minimamente tóxicos a inimigos naturais devem ser preferidos (BUENO et al., 2008; BRUGGER et al., 2010).

Dentre os inimigos naturais de importância na orizicultura, destaca-se o parasitoide de ovos *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae), o qual é relatado parasitando ovos de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) (RIFFEL et al., 2010; IDALGO et al., 2013). Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de diferentes fungicidas registrados para o controle da brusone na cultura do arroz sobre o parasitoide de ovos *T. podisi*.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LabMIP) da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), em Capão do Leão, RS, no ano de 2014, segundo padrões da *International*

¹Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Titular, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Campus Universitário s/n, Capão do Leão, RS, Brasil. E-mail: adgrutzm@ufpel.edu.br;

²Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Fitossanidade, FAEM - UFPel;

³Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador, Embrapa Clima Temperado;

⁴Engenheiro Agrônomo, Mestre, Doutorando em Fitossanidade, FAEM - UFPel;

⁵Graduando em Agronomia, Bolsista PIBIC - CNPq, FAEM - UFPel;

⁶Engenheira Agrônoma, Mestranda em Fitossanidade, FAEM - UFPel.

Organisation for Biological and Integrated Control (IOBC) (HASSAN et al., 2000).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com oito tratamentos, sete fungicidas e uma testemunha, com quatro repetições (Tabela 1).

Tabela 1. Agrotóxicos registrados para a cultura do arroz e empregados em bioensaio de seletividade sobre os parasitoides de ovos *Telenomus podisi*. Capão do Leão, RS, 2015.

Produto comercial (p.c.)	Ingrediente ativo	Formulação e concentração (g/L ou g/kg) ¹	Titular de registro	Dose (L ou kg p.c./ha) ²
1- Nativo [®]	trifloxistrobina+tebuconazole	SC 100+200	Bayer	0,75
2- Bim [®] 750 BR	triciclazole	WP 750	Dow Agro	0,30
3- Folicur [®] 200 EC	tebuconazole	EC 200	Bayer	0,75
4- Priori [®] 250 SC	azoxistrobina	SC 250	Syngenta	0,40
5- Alterne [®]	tebuconazole	EC 200	Milenia	0,75
6- Aproach [®] Prima	picoxistrobina+ciproconazole	SC 200+80	Du Pont	0,40
7- Alterne [®] + Bim [®] 750 BR+	tebuconazol/triciclazole/	EC 200/	Milenia/	0,75+0,30+
Priori [®] 250 SC	azoxistrobina	WP 750/	Dow Agro/	
Testemunha		SC 250	Syngenta	0,40
		água destilada		

¹EC: emulsão concentrada; SC: suspensão concentrada; WG: granulado dispersível; WP: pó molhável.

²Maior dose de registro para controle da brusone na cultura do arroz (AGROFIT, 2015).

Posturas do hospedeiro alternativo *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) parasitadas por *T. podisi* (± 55 ovos) foram depositadas em tubos de emergência (ampolas de vidro com 12 cm de comprimento x 2 cm de diâmetro em uma das extremidades e 7 cm na outra) contendo gotículas de mel que, devidamente fechados, foram armazenados a temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, até a emergência dos parasitoides.

Os tratamentos foram aplicados diretamente sobre placas de vidro (13 x 13 cm) por meio de pulverizador manual, Guarany[®] Ultrajet 500 mL, calibrado para depositar $1,75 \pm 0,25$ mg de calda por cm^2 e preparados para um volume de aplicação de 200L ha^{-1} . As bordas das placas foram protegidas por estrutura quadrada plástica, de modo que somente a área medindo 10 x 10 cm central fosse pulverizada. Após período de secagem, as placas foram fixadas por presilhas em gaiolas de exposição padronizadas pela IOBC, constituída por moldura quadrada de alumínio (13 x 1,5 x 1,0 cm de cada lado). Três lados da moldura apresentavam seis orifícios de ventilação (1,0 cm de diâmetro cada), cobertos internamente por tecido de cor preta para evitar a saída dos parasitoides. O quarto lado era constituído de dois orifícios: um de 3,5 x 1,0 cm para introduzir alimento (mel) e ovos de *E. heros* para parasitismo e outro de 1,0 cm de diâmetro para conexão do tubo de emergência. As superfícies das placas de vidro que receberam a calda constituíram o fundo e a cobertura interiores da gaiola. As superfícies externas não tratadas das placas foram cobertas com papel preto, com um quadrado central (7,0 x 7,0 cm) removido, a fim de concentrar os parasitoides com o produto em teste nessa região, em razão da atração pela luminosidade.

Os tubos de emergência contendo os parasitoides de ± 24 horas de idade foram conectados às gaiolas de exposição para entrada dos insetos. Após 20 horas, aproximadamente, desconectaram-se os tubos de emergência e as ofertas de ovos de *E. heros* (± 50 ovos), em cartelas identificadas, aos parasitoides nas gaiolas ocorreram em 24, 48 e 72 horas após os tubos de emergência terem sido conectados. Após período total de 96 horas, o experimento foi encerrado e as cartelas de ovos foram individualizadas e armazenadas em mesma condição do teste para verificar o parasitismo.

O cálculo da redução no parasitismo de *T. podisi* em comparação ao tratamento testemunha foi efetuado por meio da equação $E(\%) = [(1 - Vt/Vc) \cdot 100]$, em que: $E(\%)$ é a porcentagem de redução no parasitismo; Vt é o parasitismo médio para o tratamento e Vc é o parasitismo médio da testemunha. Com base nesses resultados, os agrotóxicos foram classificados de acordo com as normas padronizadas pela IOBC em: classe 1: inócuo

($E < 30\%$); classe 2: levemente nocivo ($30\% \leq E < 79\%$); classe 3: moderadamente nocivo ($80\% \leq E < 99\%$); classe 4: nocivo ($E > 99\%$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que os fungicidas Nativo[®], Bim[®] 750 BR, Folicur[®] 200 EC, Priori[®] 250 SC, Alterne[®] e Aproach[®] Prima foram classificados como inócuos (classe 1). Nativo[®] e Alterne[®] não apresentaram redução no parasitismo, enquanto Bim[®] 750 BR, Folicur[®] 200 EC, Priori[®] 250 SC e Aproach[®] Prima reduziram o parasitismo em 1,1, 18,0, 26,1 e 13,4%, respectivamente (Figura 1). Do mesmo modo, Andrade et al. (2013) verificaram inocuidade dos fungicidas azoxistrobina e tebuconazole a adultos de *T. podisi*. Em estudo com *Telenomus remus* Nixon, 1967 (Hymenoptera: Scelionidae) os fungicidas azoxistrobina, tebuconazole e trifloxistrobina+tebuconazole também foram classificados como inócuos para a fase adulta do parasitoide (CARMO, 2008).

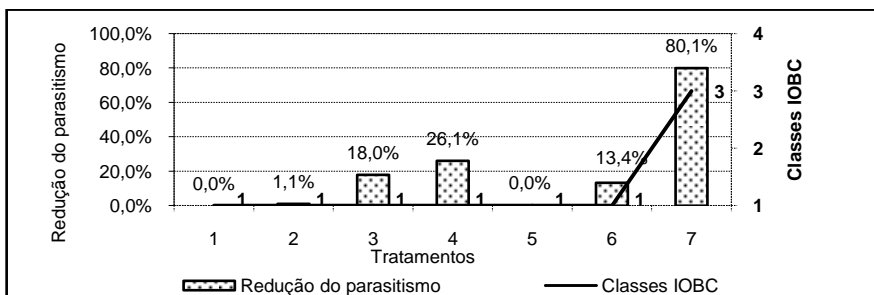


Figura 1. Efeitos de fungicidas registrados para a cultura do arroz sobre o parasitismo de *Telenomus podisi* em comparação com a testemunha e classificação da seletividade. Os fungicidas enumerados são: 1) Nativo[®]; 2) Bim[®] 750 BR; 3) Folicur[®] 200 EC; 4) Priori[®] 250 SC; 5) Alterne[®]; 6) Aproach[®] Prima; 7) Alterne[®] + Bim[®] 750 BR + Priori[®] 250 SC. A classificação da seletividade é segundo padrões da IOBC/WPRS, em que: 1= inócuo (<30%), 2= levemente nocivo (30-79%), 3= moderadamente nocivo (80-99%), 4= nocivo (>99%). Temperatura: 25±1°C; UR: 70±10%; Fotofase: 14 horas. Capão do Leão, 2015.

Já o tratamento que consistiu no emprego dos fungicidas Alterne[®], Bim[®] 750 BR, Priori[®] 250 SC em mistura na calda de pulverização apresentou maior toxicidade a *T. podisi* quando comparado ao efeito individual destes produtos e foi classificado como moderadamente nocivo (classe 3), com 80,1% na redução do parasitismo. Mesmo sendo comum o uso de agrotóxicos em mistura em cultivos agrícolas (GAZZIERO, 2015), tal prática, em algumas situações, pode levar a ocorrência de interações e efeitos desconhecidos quanto a toxicidade a organismos não-alvo, o que pode explicar a maior toxicidade observada a adultos de *T. podisi*. Ademais, pouco se conhece sobre a compatibilidade de mistura de diferentes produtos na calda de pulverização (MACIEL et al., 2009).

CONCLUSÃO

Os fungicidas registrados para o controle da brusone do arroz Nativo[®], Bim[®] 750 BR, Folicur[®] 200 EC, Priori[®] 250 SC, Alterne[®] e Aproach[®] Prima foram classificados como inócuos (classe 1) a adultos de *T. podisi*.

A mistura dos fungicidas Alterne[®], Bim[®] 750 BR e Priori[®] 250 SC na calda de pulverização foi classificada como moderadamente nocivo (classe 3) e apresentou maior redução no parasitismo de *T. podisi* quando comparado ao emprego individual destes fungicidas.

AGRADECIMENTOS

A FINEP pela infraestrutura de laboratórios, ao CNPq e a CAPES pela concessão de bolsas de estudos aos envolvidos no projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROFIT: Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 14 jan. 2015.
- ANDRADE, K. et al. Seletividade de fungicidas a adultos de *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygastridae). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 13., 2013, Bonito. **Anais...** Sociedade Entomológica do Brasil, 2013. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/90574/1/Seletividade-de-fungicidas-a-adultos-de-Telenomus-podisi-Hymenoptera-Platygastridae.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2015.
- BALARDIN, R. S.; BORIN, R. C. **Doenças na cultura do arroz irrigado**. Santa Maria: UFSM, 2001. 48 p. il.
- BRUGGER, K. E. et al. Selectivity of chlorantraniliprole to parasitoid wasps. **Pest Management Science**, v.66, n.10, p.1075-1081, 2010.
- BUENO, A. F. et al. Effects of pesticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*. **Ciência Rural**, v.38, n.6, p.1495-1503, 2008.
- CARMO, E. L. do. **Seletividade de produtos fitossanitários utilizados na cultura da soja aos parasitóides de ovos *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) em condições de laboratório**. 2008. 88 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade de Rio Verde, Goiás.
- GAZZIERO, D.L.P. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**, v.33, n.1, 2015.
- HASSAN, S. A. et al. A laboratory method to evaluate the side effects of plant protection products on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). In: CANDOLFI, M. P. et al. (Ed.): **Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods**. IOBC/WPRS, p.107-119. 2000.
- IDALGO, T. D.N. et al. Parasitismo de ovos de *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) em lavoura de arroz irrigado, Eldorado do Sul, RS. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.80, n.4, p.453-456, 2013.
- MACIEL, C. D. G. et al. Seletividade de cultivares de soja RR[®] 757 submetidos a misturas em tanque de glyphosate + chlorimuron-ethyl associadas a óleo mineral e inseticidas. **Planta Daninha**, v.27, n.4, p.755-768, 2009.
- MOREIRA, M. D. et al. Parasitismo e superparasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Sitotroga cerealella* (Oliver) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**, v.38, n.2, 2009.
- PRABHU, A. S. et al. Estimativa de danos causados pela brusone na produtividade de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.9, p.1045-1051, 2003.
- REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 30., 2014, Bento Gonçalves. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: SOSBAI, 2014. 192p.
- RIFFEL, C. T. et al. Primeiro relato de ocorrência de *Telenomus podisi* (Ashmead) e *Trissolcus urichi* (Crawford) (Hymenoptera: Scelionidae) como parasitóides de ovos do percevejo-do-colmo-do-arroz, *Tibraca limbativentris* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae), em Santa Catarina. **Neotropical Entomology**, v.39, n.3 p.447-448, 2010.
- TELÓ, M.G. et al. Aplicação de fungicida em cultivares de arroz irrigado e seu efeito na qualidade de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.1, 2012.

EFETIVIDADE DE INSETICIDAS NO CONTROLE DE *Oebalus* spp. (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) NA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO

João Paulo Souto Fernandes¹; Nelson Cristiano Epping¹; Eloá Matos dos Santos¹; Leticia Oliveira de Paula¹; Cícera José Alencar¹; Fernando Felisberto da Silva²; José Francisco da Silva Martins³

Palavras-chave: percevejo-do-grão, controle químico, eficiência, período de carência.

INTRODUÇÃO

A cultura do arroz irrigado por inundação é atacada por uma série de insetos, incluindo os percevejos do gênero *Oebalus* spp. (Hemiptera: Pentatomidae), com predominância da espécie *Oebalus poecilus* (Dallas, 1851). Esses insetos, conhecidos como percevejos-do-grão, causam danos diretos à cultura ao inserirem o estilete nos grãos, o que resulta em perda de qualidade do produto no beneficiamento (MARTINS et al., 2009). Tais danos dependem de quando os percevejos atacam os grãos na lavoura. O ataque na fase de grão leitoso gera espiguetas vazias, enquanto na fase de grão pastoso origina grãos gessados (REUNIÃO, 2014).

Apesar dos percevejos-do-grão ser considerados de ocorrência esporádica no Rio Grande do Sul e crônica em Santa Catarina, no sistema de manejo desses insetos, basicamente, predomina o uso de inseticidas químicos. Na aplicação desses inseticidas, obrigatoriamente, deve ser considerado o intervalo de segurança entre a aplicação e a colheita do arroz ("período de carência"), a fim de evitar o acúmulo de resíduos nos grãos e, se possível, aplicar preferencialmente produtos com classes toxicológica e ambiental compatíveis com menores riscos de contaminações.

Como as marcas comerciais de inseticidas registrados no Ministério Agricultura, Pecuária e Abastecimento (AGROFIT, 2015) para o controle de percevejos-do-grão na cultura do arroz incluem apenas dois ingredientes ativos, lambda-cialotrina + tiametoxam ou etofenprox, com classe toxicológica igual, porém, com classe ambiental e intervalos de segurança distintos (Tabela 1), este trabalho objetivou avaliar a efetividade desses produtos no controle de *Oebalus* spp., considerando a melhor combinação entre eficiência de controle, classe toxicológica e ambiental.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em arrozal do município de Uruguai, RS (29°29'01,14"S; 56°36'56,02"O) na safra orizícola 2014/15, no delineamento de blocos ao acaso, com cinco tratamentos químicos [inseticida/dose: Eforia®/150 mL.ha⁻¹; Eforia®/200 mL.ha⁻¹; Engéo Pleno®/150 mL.ha⁻¹; Engéo Pleno®/200 mL.ha⁻¹ e Safety®/300 mL.ha⁻¹ (Tabela 1)] e um testemunha em quatro repetições. As parcelas, constituídas por nove fileiras de plantas, espaçadas em 0,17m, de 5m de comprimento, foram semeadas com a cultivar híbrida AB010101 CL. O manejo da área de irrigação ocorreu conforme as recomendações técnicas para a cultura do arroz irrigado (REUNIÃO, 2014), menos a aplicação de inseticidas.

Para se determinar o momento da aplicação dos inseticidas, a área foi monitorada semanalmente a partir do estádio R1. A aplicação dos tratamentos ocorreu quando a população do inseto atingiu o pico populacional, com 5,9 insetos.parcela⁻¹ ou 1 inseto.m⁻², sendo que nesta ocasião as plantas se encontravam no estádio de grão leitoso (R6). Os tratamentos foram aplicados logo após a pré-contagem de adultos e ninfas, em cada

¹ Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Campus Itaqui, Av. Luiz Joaquim de Sá Brito, s/n, Itaqui, RS, Brasil. E-mail: joao_souto_fernandes@hotmail.com;

² Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Associado, UNIPAMPA Campus Itaqui;

³ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador, Embrapa Clima Temperado.

parcela, por meio de pulverizador costal pressurizado a CO₂. Para a amostragem foi adotado o método de visualização direta dos insetos sobre as panículas, considerando as sete linhas centrais de cada parcela, sempre em horários mais amenos do dia. Após a aplicação dos tratamentos, foram realizadas quatro avaliações visuais, aos 3, 6, 13 e 21 dias pós-aplicação (DAA), registrando a presença de ninfas e adultos de percevejos.

Tabela 1. Características dos inseticidas registrados para o controle de *Oebalus poecilus* em cultivar híbrida de arroz, conforme AGROFIT (2015).

Marca Comercial	i.a. (concentração)	Dose de registro (mL.ha ⁻¹)	Intervalo de segurança (dias)*	Classe toxicológica	Classe ambiental
Eforia®	lambda-cialotrina (106 g.L ⁻¹) + tiаметoxam (141 g.L ⁻¹)	150 a 200	21	III	I
Engeo Pleno®	lambda-cialotrina (106 g.L ⁻¹) + tiаметoxam (141 g.L ⁻¹)	150 a 200	78	III	I
Safety®	etofenproxi (300 g.L ⁻¹)	300	3**	III	III

*Período mínimo entre a aplicação e a colheita. **Informação constante na bula do produto.

O número de insetos, após testes de normalidade, foi submetido à análise de variância (ANOVA) e, na presença de F significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05), por meio do software ASSISTAT (SILVA, 2002). Para o cálculo da eficiência de controle dos inseticidas foi adotado o método indicado por ABBOTT (1925).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa quanto ao número inicial de ninfas e adultos de *Oebalus* spp., entre as parcelas do experimento (Tabela 1), configurando uma uniformidade de infestação (Tabela 2). Durante o experimento, a população nas parcelas testemunha aumentou rapidamente, sendo aproximadamente de 35 insetos ao final de 21 DAA.

Tabela 2. Número de adultos e ninfas de *Oebalus* spp., em plantas da cultivar híbrida de arroz AB10101 CL, submetida a tratamentos com inseticidas. Uruguaiana, RS. 2015

Tratamento (p.c./dosagem)	Pré ¹	3 DAA	6 DAA	13 DAA	21 DAA ²
Eforia®/150 mL.ha ⁻¹	6,8 aAB	2,0 bAB	1,0 bB	2,5 bAB	8,5 bA
Eforia®/200 mL.ha ⁻¹	4,5 aA	1,0 bA	1,0 bA	2,5 bA	7,0 bA
Engeo Pleno®/150 mL.ha ⁻¹	5,0 aA	2,8 bA	1,5 bA	2,8 bA	4,3 bA
Engeo Pleno®/200 mL.ha ⁻¹	7,5 aA	0,5 bB	1,0 bB	2,5 bAB	5,0 bAB
Safety®/300 mL.ha ⁻¹	4,3 aAB	1,8 bAB	0,8 bB	3,0 bAB	9,0 bA
Testemunha	7,5 aC	15,3 aBC	17,5 aBC	26,5 aAB	34,8 aA

¹Aplicação dos tratamentos na fase de grão leitoso. ²Amostragem imediatamente antes da colheita. Os dados originais, para fins de análise foram transformados em raiz quadrada de x. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Todos os inseticidas e doses testadas reduziram significativamente a população de *Oebalus* spp. (Tabela 2), em igual patamar de eficiência até 21 DAA. Inclusive, Eforia®/150 mL.ha⁻¹, Engeo Pleno®/150 mL.ha⁻¹ e Safety®/300 mL.ha⁻¹ atingiram mais de 80% e 90% de eficiência de controle aos 3 DAA e 6 DAA, respectivamente (Tabela 3).

Como os percevejos-do-colmo ocorrem ao final do ciclo reprodutivo das plantas de arroz, ou seja, muito próxima à colheita, e maiores devem ser os cuidados na escolha de um inseticida para o seu manejo, a fim de reduzir riscos de contaminação do produto final e ambientais, a melhor opção seria usar inseticidas com elevada eficiência de controle e rápida ação de choque. Nesse trabalho, os inseticidas Eforia® e Safety® (Tabela 3) de certo modo atenderam essa necessidade aos 3 DAA e 6 DAA, o que pode ser visto como um

aspecto positivo. Eforia®, como o mesmo ingrediente ativo de Engeo Pleno® (lambda-cialotrina + tiametoxam) apresenta um intervalo de segurança muito menor (21 dias). O registro de Engeo Pleno® com um intervalo de segurança de 78 dias, para o controle de percevejos-do-grão de arroz (AGROFIT, 2015), deve ser revisto, considerando que o inseto ocorre durante a formação das panículas, muito após a época na qual o uso do inseticida é legalmente permitido (78 dias antes da colheita). Como os três inseticidas, em qualquer tempo após a aplicação, atingiram a mesma eficiência de controle de percevejos-do-grão, Safety®, comparado aos outros dois produtos estudados, apresenta como vantagem o reduzido intervalo de segurança (3 dias) e classe ambiental III, compatíveis com menor risco de contaminação de grãos e ambientais, aspecto importante a ser considerado por órgãos competentes que devem primar pela qualidade do arroz produzido no Brasil, fundamental para atender potenciais mercados internos e externos mais exigentes.

Tabela 3. Eficiência de controle (%)¹ de adultos e ninfas de *Oebalus* spp. na cultivar híbrida de arroz AB10101 CL, submetida a tratamentos com inseticidas. Uruguaiana, RS. 2015.

Tratamento (p.c./dosagem)	3 DAA	6 DAA	13 DAA	21 DAA ¹
Eforia® /150 mL.ha ⁻¹	86,9	94,3	90,6	75,5
Eforia® /200 mL.ha ⁻¹	93,5	94,3	90,6	79,9
Engeo Pleno® / 150 mL.ha ⁻¹	81,7	91,4	89,4	87,6
Engeo Pleno® / 200 mL.ha ⁻¹	96,7	93,4	90,6	85,6
Safety® / 300 mL.ha ⁻¹	88,2	95,4	88,7	74,1

¹Segundo ABBOTT (1925); ²Amostragem realizada imediatamente antes da colheita.

CONCLUSÃO

1. Como os inseticidas estudados, registrados para o controle de *O. poecilus* na cultura arroz, apesar de terem igual eficiência no controle, se diferenciam quanto ao intervalo de segurança e classe ambiental, é possível estabelecer um grau de efetividade desses produtos para o manejo do inseto integrando praticabilidade agrônômica com características que viabilizem menores riscos de contaminação de grãos e do meio-ambiente, na seguinte ordem preferencial decrescente: Safety®; Eforia®; Engeo Pleno®.

2. A menor dose registrada (150 mL.ha⁻¹) dos inseticidas Eforia® e Engeo Pleno® para o controle de *Oebalus poecilus* controla eficazmente um complexo de espécies de percevejos-do-grão na cultura do arroz irrigado por inundação.

AGRADECIMENTOS

Ao Grupo Pitangueira pela cedência da área onde foi realizado este estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticides. **Journal of Economic Entomology**, v.18, p.265-267, 1925.

AGROFIT: Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 10 abr. 2015.

MARTINS, J.F. da S.; BARRIGOSI, J.A.F.; OLIVEIRA, J.V. de; CUNHA, U.S. da. Situação do manejo de insetos-praga na cultura do arroz no Brasil. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 40p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 290).

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 30., 2014, Bento Gonçalves.

Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Santa Maria: SOSBAI, 2014. 192p.

SILVA, F. de. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. Versão do programa computacional ASSISTAT para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.1, p.71-78, 2002.

EFICIÊNCIA DE INSETICIDAS NO CONTROLE DO PERCEVEJO-DO-GRÃO *Oebalus* spp. (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM ARROZ IRRIGADO

Eduardo Rodrigues Hickel¹; Ester Wickert²

Palavras-chave: manejo integrado de pragas, controle químico, *Oryza sativa*,

INTRODUÇÃO

Dentre as principais pragas do arroz irrigado está o percevejo-do-grão, que, como o próprio nome sugere, suga os grãos de arroz, danificando-os. Diversas espécies destes percevejos podem ocorrer nas panículas, porém em Santa Catarina predominam *Oebalus poecilus* (Dallas) e *Oebalus ypsilongriseus* (DeGeer) (PRANDO, 2002).

A natureza e a extensão dos danos do percevejo-do-grão dependem do estado de desenvolvimento dos grãos. O ataque durante a fase de grão leitoso gera grãos chochos ou atrofiados, podendo acarretar perdas na massa de grãos colhidos. Quando o ataque ocorre a partir da fase de grão pastoso, os grãos ficam apenas manchados ou gessados. Neste caso, as perdas na massa de grãos colhidos podem não ser expressivas, porém os grãos ficam estruturalmente enfraquecidos e se quebram com facilidade no beneficiamento, prejudicando a tipificação do arroz beneficiado (FERREIRA & BARRIGOSI, 2004; MACHADO et al., 2011). Não obstante, o maior prejuízo do ataque destes percevejos resulta no processamento industrial de parboilização, onde surgem grãos com manchas pardo-douradas que depreciam completamente o arroz parboilizado (PRANDO, 2002).

A pulverização foliar de inseticidas é a alternativa de manejo integrado mais empregada. Contudo, no final da década de 2000, a maioria dos inseticidas perdeu o registro de uso para esta praga na cultura do arroz irrigado. Novos produtos passaram a ser registrados para esta praga a partir de 2010 e faz-se necessário estudos de campo para aferir a eficiência destes novos produtos, sendo este o objetivo deste trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental da Epagri de Itajaí, SC, durante as safras 2013/14 e 2014/15. As cultivares utilizadas foram a SCS 118 Marques, semeada em 13/11/2013, e a Epagri 106, semeada em 28/08/2014, ambas na densidade de 120 kg.ha⁻¹. O sistema de cultivo adotado foi o pré-germinado conforme preconizado por Eberhardt & Schiocchet (2012).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco tratamentos e cinco repetições em 2013/14 e seis tratamentos e quatro repetições em 2014/15. As parcelas experimentais, com 6m² (2 x 3m), foram separadas por bordaduras de um metro de largura entre as mesmas. Os inseticidas em teste foram: Eforia (tiаметoxam + lambda-cialotrina) e Platinum Neo (tiаметoxam + lambda-cialotrina), ambos na dose de 200mL p.c. ha⁻¹ (28,2 + 21,2 g i.a. ha⁻¹); Safety (etofenproxi) na dose de 300mL p.c. ha⁻¹ (90 g i.a. ha⁻¹) e Talisman (bifentrina + carbosulfano) na dose de 500mL p.c. ha⁻¹ (25 + 75 g i.a. ha⁻¹). Na safra 2014/15 também foi incluído o inseticida Incrível (acetamiprido + alfa-cipermetrina) na dose de 250mL p.c. ha⁻¹ (25 + 50 g i.a. ha⁻¹).

Os produtos foram aplicados em 12/03/2014 e em 03/12/2014, no estágio de grão leitoso, utilizando-se um pulverizador costal pressurizado a CO₂, com quatro bicos duplo leque 110DB2, calibrado para uma vazão de 200L.ha⁻¹. Esta operação foi efetuada no

¹ Eng. agr., Dr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, C.P. 277, 88301-970, Itajaí, SC, fone: (47) 3341-5263, e-mail: hickel@epagri.sc.gov.br.

² Eng. agr., Dr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, C.P. 277, 88301-970, Itajaí, SC, fone: (47) 3341-5254, e-mail: esterwickert@epagri.sc.gov.br.

período das 9 às 10 horas, sob condições meteorológicas propícias. No tratamento testemunha nada foi aplicado. Em março de 2014, aos 1, 3 e 6 dias após a aplicação dos produtos, ocorreram precipitações de 35,0mm, 4,5mm e 6,5mm respectivamente.

Anterior a aplicação dos produtos, a população de percevejos foi pré-avaliada com a retirada de seis amostras aleatórias na área experimental. Cada amostra foi composta por 30 golpes de rede de varredura, aro de 30cm de diâmetro, perfazendo cerca de 10m de caminhada. As avaliações de eficácia dos tratamentos foram realizadas as 6, 30 e 54 horas e aos 7 dias após a aplicação dos produtos, por meio da amostragem de percevejos. Em cada parcela foi retirada uma amostra seguindo a mesma metodologia da pré-avaliação, porém efetuando 20 golpes de rede. O número de percevejos por amostra foi transformado em $(x + 0,5)^{0,5}$ e submetido a análise de variância e, se alcançada a significância estatística, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Duncan ao nível de 5% de probabilidade, sendo o percentual de controle obtido pela fórmula de Abbott³.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A alta infestação de percevejo-do-grão na área experimental permitiu verificar o efeito dos tratamentos inseticida em relação ao tratamento testemunha, no qual não foi feito o controle dos insetos (Tabelas 1 e 2). Na amostragem realizada anteriormente a aplicação dos produtos foram capturados em média 6,8 percevejos por amostra em 2013/14 e 237 em 2014/15, embora com grande variação, em função do hábito gregário dos *Oebalus* spp.

Tabela 1. Número médio de indivíduos e percentual de controle do percevejo-do-grão em diferentes amostragens, de acordo com os tratamentos para controle da praga. Itajaí, safra 2013/14.

Tratamento	Decurso após o tratamento							
	6 horas		30 horas		54 horas		7 dias	
	Percevejos ¹	Controle (%)	Percevejos ¹	Controle (%)	Percevejos ¹	Controle (%)	Percevejos ¹	Controle (%)
Eforia	0,8 a	98	0,0 a	100	0,4 a	99	3,0 a	81
Platinum Neo	0,0 a	100	0,2 a	99	2,2 a	94	14,4 ab	8
Safety	12,4 b	71	2,2 a	90	5,0 a	87	36,2 b	0
Talisman	3,0 ab	93	0,6 a	97	0,4 a	99	6,2 ab	60
Testemunha	43,2 c	-	22,2 b	-	37,8 b	-	15,6 ab	-
CV (%) ²	46,3		76,4		69,7		55,7	

^{1/} Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste Duncan ($p \leq 0,05$).

^{2/} Coeficiente de variação, expresso em porcentagem.

Os inseticidas que contém piretróides em sua composição (Eforia, Platinum Neo e Talisman) tiveram um efeito inicial (6 horas após a aplicação) superior ao inseticida Safety, que apresentou menor eficiência no controle de percevejos adultos na safra 2013/14 (Tabela 3). Há que se considerar porém, que o efeito do Safety possa ter diminuído devido a precipitação de 35mm do dia 13/03/2014. O inseticida Incrível (com piretróide na composição) provavelmente sofreu alguma degradação na embalagem de estocagem, pois teve desempenho bem abaixo do esperado.

Após um dia da aplicação (30 horas), na safra 2013/14, todos os inseticidas ultrapassaram a eficiência agrônômica a qual persistiu por mais 24 horas. Na safra 2014/15, ante a intensa infestação de percevejos, apenas o Talisman manteve a eficiência agrônômica após um dia da aplicação (Tabela 2). Cabe ressaltar que, nesta data, os

³ Controle (%) = $(1 - (nT / nC)) \times 100$

onde: nT – número de indivíduos na parcela tratada e nC – número de indivíduos na parcela testemunha - <http://www.ehabsoft.com/ldpline/onlinecontrol.htm>.

percevejos amostrados nas parcelas com pulverização de Eforia, Platinum Neo e Safety apresentavam sinais de intoxicação (baixa mobilidade e perda de equilíbrio). Nessa safra, excetuando o Incrível, a eficiência agrônômica voltou a ser obtida no segundo dia após a aplicação (54h).

Adultos do percevejo-do-grão têm intensa mobilidade dentro e entre os campos de arroz e isto pode confundir o efeito de controle de dado inseticida (CEZAR et al., 2013). Essa característica foi particularmente pronunciada no experimento da safra 2014/15, quando a área experimental sofreu alta infestação de percevejos *Oebalus* spp. e as parcelas testemunha e bordaduras permaneceram como fonte de indivíduos dispersantes.

Tabela 2. Número médio de indivíduos e percentual de controle do percevejo-do-grão em diferentes amostragens, de acordo com os tratamentos para controle da praga. Itajaí, safra 2014/15.

Tratamento	Decurso após o tratamento							
	6 horas		30 horas		54 horas		7 dias	
	Percevejos ¹	Controle (%)	Percevejos ¹	Controle (%)	Percevejos ¹	Controle (%)	Percevejos ¹	Controle (%)
Eforia	2,3 ab	93	6,5 ab	61	3,0 ab	79	35,0 ab	0
Incrível	8,0 b	74	35,3 b	0	9,3 bc	36	197,3 b	0
Platinum Neo	0,2 a	99	4,5 a	73	2,6 ab	82	34,2 ab	0
Safety	3,5 ab	88	14,0 ab	15	3,0 ab	79	4,7 a	13
Talisman	2,2 ab	93	3,2 a	80	1,0 a	93	2,5 a	54
Testemunha	30,5 c	-	16,5 ab	-	14,5 c	-	5,5 a	-
CV (%) ²	39,8		52,8		44,6		92,0	

^{1/} Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste Duncan ($p \leq 0,05$).

^{2/} Coeficiente de variação, expresso em porcentagem.

Uma semana após a aplicação dos produtos já houve re-infestação das parcelas e apenas o inseticida Eforia manteve a eficiência agrônômica em 2013/14. Isto denota o pouco efeito residual dos inseticidas atualmente registrados para o controle do percevejo-do-grão na cultura do arroz irrigado, conforme já constatado por Machado et al. (2011) e Cezar et al. (2013).

Sob o ponto de vista do manejo de pragas, um menor efeito residual pode ser interessante, quando se considera a salvaguarda de inimigos naturais e outros artrópodes presentes nas arrozeiras (BARRIGOSI, 2008). Mas por outro lado, pode exigir que mais aplicações de inseticida sejam necessárias, para debelar re-infestações de percevejos nas lavouras. Estas re-infestações poderão ocorrer mais facilmente em pequenas lavouras, quando da incidência de surtos intensos de percevejos, em função do deslocamento de indivíduos de áreas adjacentes (ALBUQUERQUE, 1993).

Tabela 2. Percentual de controle de adultos do percevejo-do-grão em diferentes amostragens, de acordo com os tratamentos para controle da praga. Itajaí, safra 2013/14.

Tratamento	Decurso após o tratamento		
	6 horas	30 horas	54 horas
	Controle (%)	Controle (%)	Controle (%)
Eforia	96	100	90
Platinum Neo	100	92	65
Safety	49	8	10
Talisman	100	91	90
Testemunha	-	-	-

Nota: na safra 2014/15, não foram amostradas ninfas nas parcelas dos tratamentos.

CONCLUSÃO

Os inseticidas Eforia (200mL p.c. ha⁻¹), Platinum Neo (200 mL p.c. ha⁻¹), Safety (300mL p.c. ha⁻¹) e Talisman (500mL p.c. ha⁻¹) são eficientes no controle do percevejo-do-grão, *Oebalus* spp., em arroz irrigado, porém com curto efeito residual.

AGRADECIMENTOS

Aos assistentes de pesquisa Geovane Porto e Samuel Batista dos Santos pelo empenho e dedicação, auxiliando na condução do experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, G.S. Planting time as a tactic to manage the small rice stink bug, *Oebalus poecilus* (Hemiptera, Pentatomidae), in Rio Grande do Sul, Brazil. **Crop Protection**, v.12, p.627-630, 1993.
- BARRIGOSI, J.A.F. **Manejo do percevejo da panícula em arroz irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2008. 8p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 79).
- CEZAR, H.S.; ARBUGERI, F.; SERAFINI, P.T. et al. Avaliação de inseticidas no controle de *Oebalus poecilus* em arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM-SOSBAI, 2013. v.1, p.719-722.
- EBERHARDT, D.S.; SCHIOCCHET, M.A. (orgs.) **Recomendações para a produção de arroz irrigado em Santa Catarina (Sistema pré-germinado)**. Florianópolis: Epagri, 2012. 83p.
- FERREIRA, E.; BARRIGOSI, J.A.F. **Reconhecimento e controle dos principais percevejos *Oebalus* spp. que atacam as panículas de arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. 6p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 76).
- MACHADO, R.T.; GUEDES, J.V.C.; JUNGES, E. et al. Eficiência de inseticidas no controle de percevejo do grão e percevejo do colmo na cultura do arroz irrigado. In: SIMPÓSIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 15., 2011, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Unifra, 2011. p.1-6.
- PRANDO, H.F. Manejo de pragas em arroz irrigado. In: EPAGRI. **A cultura do arroz irrigado pré-germinado**. Florianópolis, 2002. p.175-201.

ÍNDICE DE INFESTAÇÃO DA BROCA-DO-COLMO EM CULTIVARES DE ARROZ

Robson Antonio Botta¹; José Francisco da Silva Martins²

Palavras-chave: *Diatraea saccharalis*, inseto-praga, panícula-branca.

INTRODUÇÃO

A broca-do-colmo *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Pyralidae) é uma espécie polífaga que se hospeda em diversas espécies de plantas da família das Poáceas. É um inseto nativo do continente americano que ocorre desde o sudeste dos Estados Unidos da América até regiões mais quentes da América do Sul (CAPINERA, 2002). Ocorre em todo o território brasileiro, danificando várias gramíneas, inclusive o arroz, tanto em terras baixas como em terras altas.

Os principais danos causados por *D. saccharalis* à cultura do arroz decorrem da alimentação no interior dos colmos. Os sintomas de ataque somente são visíveis após os colmos terem sido perfurados. Esses sintomas são característicos em cada fase da cultura. Na fase vegetativa e reprodutiva são conhecidos por “coração-morto” e “panícula-branca”, respectivamente. Em arroz, é estimado que a cada 1% de panícula branca em decorrência do ataque da broca ocorre uma perda de 1 a 3% na produção de grãos (FERREIRA et al., 2004).

Devido ao hábito das lagartas de *D. saccharalis* se alimentarem no interior dos colmos de arroz, o que se constitui de certo modo num fator de defesa do inseto a fatores bióticos e abióticos antagonísticos, os métodos de controle convencionais, incluindo o controle químico, geralmente são inviáveis. Para transpor essa barreira associada à característica alimentar do inseto tem sido apresentado como alternativa o desenvolvimento e a utilização de cultivares de arroz resistentes ao inseto (MARTINS et al., 1977; MARTINS et al., 1979; FERREIRA et al., 2004; NASCIMENTO et al., 2015). O uso de tais cultivares é considerado viável para reduzir os danos causados pela broca-do-colmo, podendo ainda contribuir para a minimização dos riscos de contaminação ambiental. Porém, como o grau de resistência da maioria das cultivares de arroz atualmente utilizadas praticamente inexistente, se objetivou avaliar um grupo de cultivares quanto a esse aspecto, visando criar base de conhecimento sobre suscetibilidade e resistência ao inseto, para apoio a programas de melhoramento genético da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Embrapa Clima Temperado – Estação Terras Baixas (ETB), no município de Capão do Leão, RS na safra 2014/15. As cultivares foram semeadas em 20/11/2014, na densidade de 100 kg/ha, com adubação de base de 200 kg/ha, da fórmula 5-25-25. A emergência das plântulas ocorreu na primeira semana de dezembro. A adubação de cobertura (100 kg/ha de Ureia) ocorreu em 27/12/2014, sendo em seguida realizada a irrigação por inundação das parcelas. Utilizou-se o delineamento experimental blocos em faixas (com e sem inseticida) com quatro repetições. Cada parcela constou de nove fileiras de plantas com 5 m de comprimento, espaçadas a 0,175 m. Avaliaram-se as cultivares ‘BRS Atalanta’, ‘BRS Firmeza’, ‘BRS Ligeirinho’, ‘BRS Querência’, ‘BRS Pampa’ e ‘BRS Sinuelo’ CL, as quais foram expostas numa das faixas ao tratamento com o inseticida carbofurano G (aplicação direta na água de irrigação: 400 g ha⁻¹), aplicado para o controle de *Oryzophagus oryzae* (bicheira-da-raiz), também estudado no experimento. A outra faixa serviu de testemunha, totalizando 48 parcelas.

Ao final da fase reprodutiva se coletou colmos em quatro espaços equidistantes de 0,5 m de fileira de plantas/parcela, cortando-os rente ao solo. Nesse material foi contado o número total de colmos, de panículas normais, de “panículas brancas” e de lagartas de *D.*

¹Eng. Agr. Mestrando em Entomologia, Universidade Federal de Pelotas, R. Barão do Butuí, Centro, Pelotas, RS. robson_a.b@hotmail.com.

²Eng. Agr. Doutor, Pesquisador Embrapa Clima Temperado.

saccharalis. De imediato se registrou o peso de panículas de colmos não perfurados pelo inseto. Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade de erro. Para realização dos testes foi utilizado o Software estatístico Assistat (7.7 beta) (AYRES e SILVA, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorreu diferença significativa entre as cultivares quanto às variáveis analisadas, (Tabela 1). Quanto ao número de panículas/m², 'BRS Sinuelo' e 'BRS Pampa' apresentaram os maiores índices, enquanto a 'BRS Firmeza' conteve o maior peso de panículas. Estimando-se a produtividade (PP*NP*10000m²) destacam-se 'BRS Firmeza', 'BRS Pampa' e 'BRS Sinuelo', respectivamente, com produtividade superior a 9 t ha⁻¹ (Figura 1).

Tabela 1. Número de panículas/m² (NP/m²), peso de panícula (PP), "panícula-branca"/m² (PB/m²) e número de brocas/m² (NB/m²), em seis cultivares de arroz irrigado. Embrapa Clima Temperado, Pelotas – RS, 2015.

Cultivares	NP/m ²		PP (g)		PB/m ²		NB/m ²	
	ST	CT	ST	CT	ST	CT	ST	CT
BRS Atalanta	204,40 bc*	204,05 b	3,96 bc	3,99 bc	1,57 b	1,40 b	0,35 b	0,00 b
BRS Firmeza	171,85 c	171,15 b	6,32 a	6,34 a	12,25 a	15,75 a	7,70 a	8,40 a
BRS Ligeirinho	201,60 bc	187,95 b	3,36 cd	3,40 bc	1,92 b	1,40 b	0,70 b	0,00 b
BRS Querência	205,80 bc	204,75 b	4,40 b	4,40 b	6,65 ab	6,30 ab	2,97 ab	0,00 b
BRS Pampa	237,47 ab	238,35 ab	4,27 b	4,22 bc	1,22 b	2,10 b	0,17 b	1,40 b
BRS Sinuelo	278,07 a	282,10 a	3,14 d	3,31 c	0,70 b	0,35 b	0,35 b	0,00 b
CV (%)	19,05	15,11	12,04	11,07	117	98,24	164,63	133,37

* Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01). As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

As cultivares também diferiram quanto ao número de "panículas brancas" e lagartas de *D. saccharalis* (Tabela 1), tendo o inseticida carbofurano gerado pouca variação nos resultados (Figura 2), visto este tratamento ser eficiente apenas para o controle pragas que ocorrem na fase inicial da cultura, como a bicheira-da-raiz. Um número significativamente maior de 'panículas-brancas' e de lagartas de *D. saccharalis* foram detectados na 'BRS Firmeza' (Tabela 1), cultivar que no experimento atingiu a maior produtividade (Figura 1). Observa-se ainda que a 'BRS Querência' foi a única cultivar que não diferiu significativamente da 'BRS Firmeza' quanto ao número de "panículas-brancas" e brocas-do-colmo, se situando num patamar intermediário entre a cultivar mais infestada 'BRS Firmeza' e as demais (Tabela 1). Esse resultado inerente à 'BRS Querência' coincide com o observado em condições de lavouras comerciais de arroz, principalmente, no Planalto da Campanha do Rio Grande do Sul, onde a cultivar tem sido referida como a mais danificada pelo inseto.

Com base em estimativa de dano de *D. saccharalis* à cultura do arroz (FERREIRA e BARRIGOSI, 2002) aplicada à cultivar 'BRS Firmeza', que atingiu 10,8 t/ha (Figura 1), a perda de produção oscilaria de 542 a 824 kg ha⁻¹, valores que seriam superiores ao nível de dano econômico (NDE), de 114 kg ha⁻¹, indicado pelos mesmos autores. Considerando os resultados do experimento, não é possível afirmar que as cultivares 'BRS Atalanta', 'BRS Ligeirinho', 'BRS Pampa' e 'BRS Sinuelo' CL, sejam resistentes à *D. saccharalis*. Porém, se evidenciou que, comparado às demais cultivares, a 'BRS Querência' e 'BRS Firmeza' contém um grau moderado e elevado de suscetibilidade à broca-do-colmo, respectivamente, o que comprova a possibilidade de se discriminar genótipos de arroz quanto à resistência ao inseto, podendo isso ser aproveitado por programas de melhoramento genético de arroz.

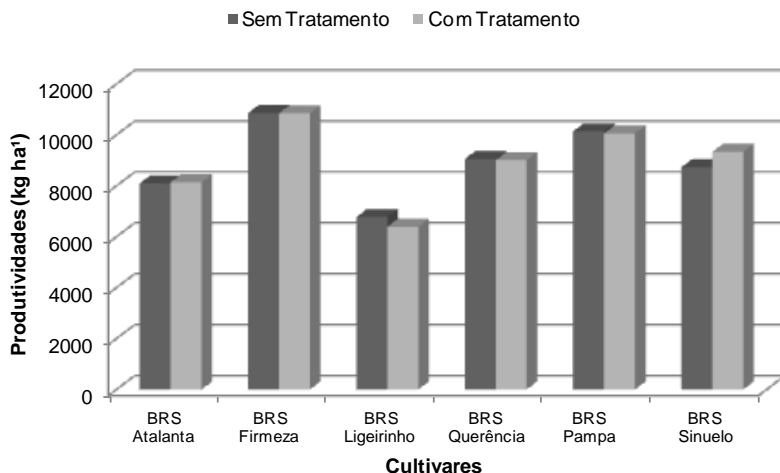


Figura 1. Estimativa da produtividade de seis cultivares de arroz irrigado, submetidas à infestação natural de *Diatraea saccharalis* e tratamento com carbofurano.

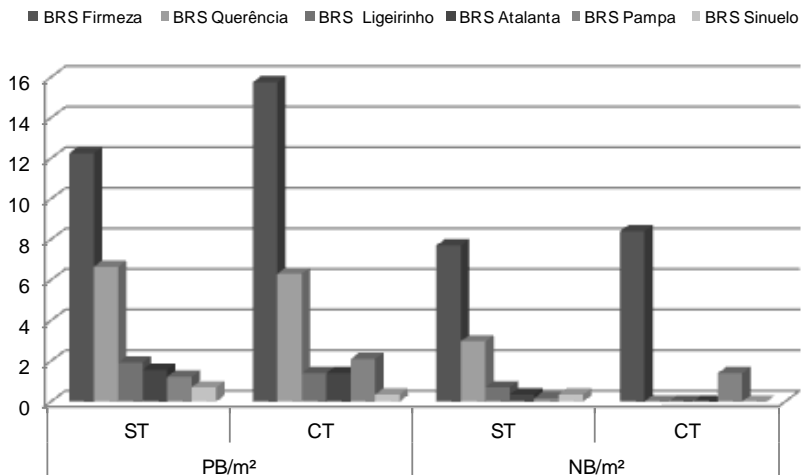


Figura 2. Índice de infestação e de danos de *Diatraea saccharalis* em seis cultivares de arroz, em parcelas sem (ST) e com tratamento químico (CT). "Panícula-branca"/m² (PB/m²) e número de brocas/m² (NB/m²).

CONCLUSÃO

As cultivares de arroz irrigado 'BRS Querência' e 'BRS Firmeza', evidenciam grau moderado e levado de suscetibilidade à *D. saccharalis*, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAPINEIRA, J.L. North American Vegetables Pests: The pattern of invasion. **American Entomologist**, Philadelphia, v.48, n.1, p.20-39, 2002.
- FERREIRA, E., BARRIGOSI, J.A.F., **Orientações para o controle da broca-do-colmo em arroz**. Santo Antônio do Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 3p. (Comunicado Técnico, 51).
- FERREIRA, E.; BARRIGOSI, J.A.F.; CASTRO, E. da M.; SANTOS, A.B. dos. Perdas de produção pela broca-do-colmo (*Diatraea saccharalis* Fabr. 1794) (Lepidoptera: Pyralidae) em genótipos de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.34, p.99-103, 2004.
- MARTINS, J.F.S.; ROSSETTO, C.J.; ROCCIA, A.O. Resistência de variedades e linhagens de arroz à lagarta de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794). **Ciência e Cultura**, v.29, p. 1141-1145, 1977.
- MARTINS, J.F.S.; PARRA, J.R.P.; MIHSFELT, L.H. Resistência de arroz à broca-do-colmo. III. Efeito de variedades na nutrição e desenvolvimento do inseto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.24, p.367-373, 1989.
- NASCIMENTO, J.B.; BARRIGOSI, J.A.F.; BORBA, T.C. de O.; MARTINS, J.F.S.; FERNANDES, P.M.; MELLO, R.N. Evaluation of rice genotypes for sugarcane borer resistance using phenotypic methods and molecular markers. **Crop Protection**, v.67, p.43-51, 2015.

INSETICIDAS PARA O CONTROLE DO PERCEVEJO-DAS-PANÍCULAS *Oebalus poecilus* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM ARROZ IRRIGADO NO ESTADO DO TOCANTINS

Daniel de Brito Fragoso¹; Mábio Chrisley Lacerda²; José Alexandre Freitas Barrigossi³; Expedito Alves Cardoso⁴

Palavras-chave: Insecta, Manejo Integrado de Pragas, Controle Químico.

INTRODUÇÃO

O Estado do Tocantins desde a sua criação em 1988, tem se posicionado entre os principais estados produtores de arroz do Brasil e atualmente é o maior produtor deste cereal na região norte. O arroz é cultivado praticamente em todos os municípios do Estado no sistema de cultivo de terras altas. Já o irrigado é restrito as terras baixas ou várzeas do vale do rio Araguaia (Fragoso et al., 2013). A área cultivada na safra 2014/2015 foi 127,51 mil, com uma produção de 600 mil toneladas (Conab, 2015). O percevejo-das-panículas *Oebalus poecilus* (Hemiptera: Pentatomidae) é considerado praga-chave da cultura em várias regiões produtoras de arroz do Brasil. Os insetos adultos e ninfas causam prejuízos em lavouras de arroz por alimentar-se de grãos leitosos, reduzir a quantidade e a qualidade do arroz (Barrigossi, 2008). O controle é feito basicamente com inseticidas químicos na fase reprodutiva de enchimento de grãos, com aplicações no início da infestação, geralmente com produtos sem registros no Ministério da Agricultura (Agrofit) para o controle de *O. poecilus* em arroz. Entre os produtos com registros temos os inseticidas Eforia e Platinum Neo (Tiametoxan + lambda-cialotrina) nas dosagens de 150 a 200 mL/ha, com classe toxicológica III e ambiental I, e intervalo de segurança de 21 dias. Outro inseticida com registro e que também possui registro para o controle do percevejo-do-grão em Tocantins é o Safety (Etofenproxí) na dosagem de 300 mL/ha, classe toxicológica III, classe ambiental III e intervalo de segurança de 3 dias. Considerando que esses inseticidas ainda não foram avaliados em áreas de produção de arroz irrigado no Estado do Tocantins, o objetivo deste trabalho foi comparar a eficácia desses inseticidas no controle do inseto-praga, para fins de obter informações que sirvam para orientação técnica de uso no contexto de manejo integrado de pragas em áreas de produção da cultura do arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Centro de Pesquisa Agroambiental das Várzeas da Fundação Universidade do Tocantins - Unitins, situado nas coordenadas 12°00'06" S e 49°40'58" O, no município de Formoso do Araguaia-TO. O Delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, constituído de quatro tratamentos (Eforia; Platinum Neo; Safety e testemunha) com três repetições. O tamanho de cada parcela foi de 10 m² (2,0 x 5,0 m). A cultivar usada no experimento foi a BRS Tropical. O experimento permaneceu sem aplicação de inseticidas até a fase de grãos leitosos (R6). Antes da aplicação dos tratamentos foram realizadas amostragens (prévias) em cada parcela para quantificar o nível de infestação de *O. poecilus*. No estádio R6 foi feita aplicação única de cada

¹ Doutor em Entomologia, Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, Km 12, Fazenda Capivara, Zona Rural Caixa Postal: 179 CEP: 75375-000 - Santo Antônio de Goiás - GO, daniel.fragoso@embrapa.br.

² Doutor em Fitotecnia, Embrapa Arroz e Feijão.

³ Doutor em Entomologia, Embrapa Arroz e Feijão.

⁴ Doutor em Fitotecnia, Fundação Universidade do Tocantins.

inseticida, utilizando pulverizador costal do tipo pressurizado por CO₂, do fabricante Herbicat, com barra de 2 metros de largura, contendo quatro pontas com bicos da marca Jacto, modelo ADI 110-01. O seu reservatório de gás foi mantido pressurizado a 5,5 Mpa. Após essa etapa foram realizadas avaliações no 2º e 7º dia pós-aplicação (DAA) para contagem do número de adultos de *O. poecilus* vivos. As coletas foram feitas no centro de cada parcela, aplicando 05 golpes pendulares de rede de varredura. Os dados das amostragens antes e depois das aplicações foram anotados em planilha de campo, tabulados e usados para o cálculo das porcentagens de eficiência de cada inseticida usando a fórmula de Abbott (1925). Também foi colhida uma área útil de 2,0 m² de cada parcela para estimativa de produtividade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos utilizados com as doses em mL/ha encontram-se na Tabela 1. Os resultados encontram-se resumidos na Tabela 2, onde se observa que nas amostragens prévias havia uma infestação média superior a oito percevejos adultos por parcela. Já nas amostragens realizadas dois dias após as aplicações dos inseticidas a infestação foi reduzida a zero em todos os tratamentos, comprovando assim a eficácia dos inseticidas testados. A eficiência dos inseticidas também foi observada aos sete dias depois das aplicações, com valores acima de 80% de eficiência.

Tabela 1. Inseticidas e doses utilizadas no controle do percevejo-das-panículas (*O. poecilus*) na cultura do arroz, Formoso do Araguaia-TO.

Tratamentos	Dosagens
Testemunha	-
Eforia (Tiametoxan +lambda-cialotrina)	200 mL.ha ⁻¹
Platinum Neo (Tiametoxan +lambda-cialotrina)	200 mL.ha ⁻¹
Safey (Etofenproxi)	300 mL.ha ⁻¹

Tabela 2. Efeito de inseticidas no controle do percevejo-das-panículas na cultura do arroz. Número médio de adultos de *O. poecilus* em 5 redadas por parcela e %Eficiência (Abbott), aos 2, e 7 dias após a aplicação (DAA), Formoso do Araguaia-TO.

Tratamentos	Prévia	2 DAA		7 DAA	
		Nº. adultos	%Ef.	Nº. adultos	%Ef.
Testemunha	9	3	-	2	-
Eforia	11	0	100	0	100
Platinum Neo	8	0	100	1	87
Safey	9	0	100	1	89

O percevejo do grão pode provocar dano qualitativo e quantitativo, dependendo do estágio de desenvolvimento das espiguetas durante a infestação e do tempo que os percevejos permanecem se alimentando nas panículas (Ferreira et al., 2002). O ataque logo após a fertilização das flores resulta na formação de espiguetas totalmente vazias. Quando a alimentação do percevejo se dá na fase leitosa, além de provocar a sucção parcial ou total do conteúdo da espiguetas, a injúria provocada pela alimentação favorece a colonização de microrganismos que, associados às suas picadas, contribuem para aumentar a incidência de manchas nos grãos e reduzir o poder germinativo das sementes. Ataque nas fases subsequentes resulta na formação de espiguetas mais leves e manchadas, que depois de beneficiadas apresentam o endosperma com manchas nos pontos picados, onde geralmente quebram durante o beneficiamento. Quando não quebram apresentam manchas de tamanho variável, reduzindo o valor comercial do produto.

Para o manejo do percevejo-das-panículas, o monitoramento das lavouras de arroz deve ser iniciado quando 50-75% das panículas estiverem emitidas, prosseguindo com

amostragens semanais ou duas vezes por semana, quando o nível populacional da praga estiver próximo do limiar de controle. As amostragens devem ser realizadas preferencialmente no início da manhã ou no final da tarde, evitando-se o período mais quente, que vai das 11:00 h às 16:00 h.

Os dados de produtividade encontram-se apresentados na Figura 1, onde se observa que com apenas uma aplicação de inseticidas foi possível obter níveis de controle satisfatórios sem comprometimento de perdas de produtividade ocasionadas pelo ataque do percevejo-do-grão, mantendo o nível de infestação abaixo do limiar de controle (5 percevejos/5 redadas).

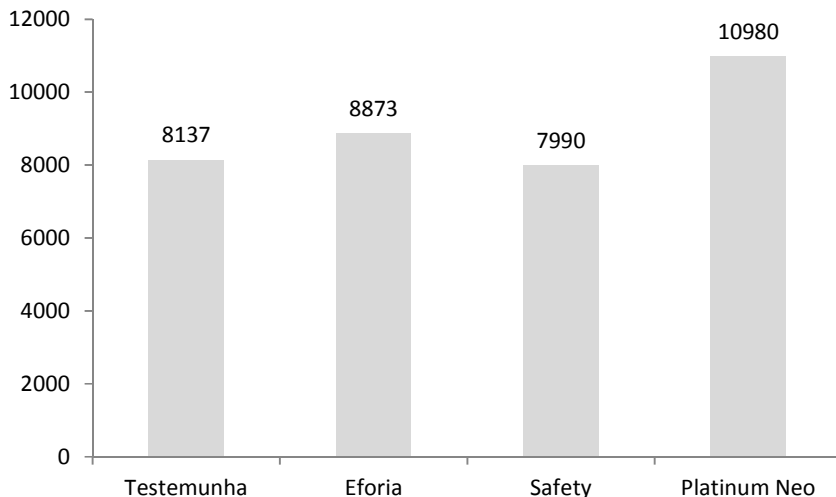


Figura 01. Produtividade (kg.ha⁻¹) de arroz irrigado BRS Tropical sob diferentes tratamentos de inseticidas para o controle de *O. poecilus*, Formoso do Araguaia-TO.

CONCLUSÃO

Todos os inseticidas testados mostraram-se eficientes para o controle do percevejo-do-grão em única aplicação constituindo-se em opções como ferramentas de controle no contexto do manejo integrado de pragas da cultura do arroz no Tocantins.

AGRADECIMENTOS

À Equipe Técnica do Centro de Pesquisa Agroambiental da Várzea e Evidência Agrícola pelo apoio dado na implantação e condução dos experimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, 18: 265-266.

BARRIGOSI, J. A. F. **Manejo do Percevejo da Panícula em Arroz Irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2008. 8 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 79).

CONAB. **Levantamentos de safra**: 9º Levantamento grãos safra 2014/15. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_11_09_00_38_boletim_graos_junho_2015.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2015.

FERREIRA, E.; VIEIRA, N. R. de A.; RANGEL, P. H. N. Avaliação dos danos de *Oebalus* spp. em genótipos de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 6, p. 763-768, jun. 2002.

FRAGOSO, D. B. et al. **Caracterização e diagnóstico da cadeia produtiva do arroz no Estado do Tocantins**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 40 p.

MARTINS, J. F. da S. et al. **Situação do Manejo Integrado de Insetos-praga na Cultura do Arroz no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 40p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 290).

INTERFERÊNCIA DA DENSIDADE POPULACIONAL DE *Oebalus* spp. (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) NA QUALIDADE DE GRÃOS DE ARROZ HÍBRIDO

João Paulo Souto Fernandes¹; Nelson Cristiano Epping¹; Eloá Matos dos Santos¹; Letícia Oliveira de Paula¹; Cícera José Alencar¹; Fernando Felisberto da Silva²; Leomar Hackbart da Silva²

Palavras-chave: pós-colheita, percevejo-do-grão, danos.

INTRODUÇÃO

Os aspectos ligados à qualidade de grãos em arroz são mais amplos e complexos que aqueles considerados em outros cereais. O arroz, diferentemente da maioria dos demais, é consumido na forma de grãos inteiros, descascados e polidos. Assim, aspectos determinantes da qualidade de consumo, como a aparência do produto após cozimento, o odor, a consistência e o sabor, são importantes. A qualidade de grãos de uma cultivar de arroz é influenciada por uma série de fatores.

Dentre os fatores se destaca o ataque dos percevejos *Oebalus poecilus* (Dallas, 1851) e *O. ypsilongriseus* (De Geer, 1773) (Hemiptera: Pentatomidae) que causa danos diretos à cultura devido à inserção do estilete nos grãos, provocando perda de qualidade durante o beneficiamento. Tais danos são dependentes da época em que o inseto ataca os grãos na lavoura. O ataque aos grãos na fase leitosa e pastosa gera espiguetas vazias e grãos gessados, respectivamente (REUNIÃO, 2014).

O desenvolvimento das cultivares modernas, com características quanti e qualitativas diferenciadas, exige da pesquisa soluções adaptadas para a nova realidade da lavoura arroseira. A satisfação tanto do produtor, em relação a produtividade, como do consumidor, em relação a qualidade dos grãos, é uma delas. Com este trabalho objetivou-se verificar a relação da densidade populacional do percevejo-do-grão do arroz com a qualidade dos grãos de um híbrido de arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado num arrozal da cultivar híbrida AB10101 CL localizado no município de Uruguaiana (RS) (29°28'17"S; 56°40'04"W) durante a safra orizícola de 2014/15. O delineamento experimental constou de 15 parcelas com infestação natural de percevejos. A cultivar foi manejada conforme as recomendações técnicas para a cultura, menos a aplicação de inseticidas. As parcelas eram constituídas de 9 linhas de cultivo espaçadas em 0,17m, com 5m de comprimento.

Os tratamentos constituíram de classes de níveis populacionais, estabelecidos através da distribuição de frequência do número médio de percevejos por metro quadrado. Por este critério, estabeleceram-se sete níveis populacionais: 0,0; 0,4; 0,5; 0,7; 0,8; 0,9 e 1,6 insetos.m⁻². O tratamento testemunha, sem infestação, foi estabelecido e mantido pela aplicação quinzenal do inseticida Eforia® na dosagem de 150 mL.ha⁻¹, iniciada quando a cultura atingiu o estágio V5. A amostragem da população de insetos foi realizada quando a cultura encontrava-se em estágio de grão leitoso (R6). Como método de amostragem foi adotado a visualização direta dos insetos sobre as panículas, considerando as sete linhas centrais de cada parcela, sempre nos horários mais amenos do dia.

Após 21 dias da avaliação populacional de insetos procedeu-se a colheita manual das panículas de arroz. As amostras foram trazidas para a Universidade Federal do Pampa, Campus Itaqui (RS), onde foram secas, trilhadas e limpas. Foram avaliadas as variáveis

¹ Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Campus Itaqui, Av. Luiz Joaquim de Sá Brito, s/n, Itaqui, RS, Brasil. E-mail: joao_souto_fernandes@hotmail.com;

² Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor, UNIPAMPA Campus Itaqui.

indicadoras de qualidade dos grãos representadas por porcentagem de grãos picados, gessados, polidos, quebrados, inteiros e chochos.

Os dados obtidos, após os testes e correção de normalidade, foram submetidos à análise de regressão linear ($p < 0,05$), considerando a população de insetos como variável independente e as variáveis de qualidade como dependentes. O software estatístico utilizado foi o ASSISTAT (SILVA, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que as porcentagens de grãos quebrados, inteiros e chochos, foram influenciadas pela população de ninfas e adultos do percevejo-do-grão. Pela análise das equações de regressão obtidas é possível estabelecer que a cada inseto por metro quadrado espera-se uma redução 4,5% na porcentagem de grãos inteiros, e uma elevação de 3% e 2,1% nos percentuais de grãos quebrados e espiguetas vazias, respectivamente (Tabela 1).

RÉZIO E SILVA et al. (2002), colocam que a infestação com percevejos não altera o número total de espiguetas por panícula, mas reduz a massa de espiguetas e aumenta o número e a porcentagem de espiguetas vazias bem como a porcentagem de perda de massa.

Comparativamente, FERREIRA et al. (2002) avaliando os danos de *O. poecilus* e *O. ypsilongriseus* constataram uma porcentagem de espiguetas vazias em genótipos de arroz na ordem de 31,7 e 25,2%, respectivamente. Em relação a perda de massa em espiguetas, os mesmos autores verificaram perdas de 36,3% em decorrência da infestação de quatro adultos de *O. poecilus* por duas panículas de arroz. KRINSKI & FOERSTER (2012), com arroz em terras altas, verificaram perdas na quantidade de grãos cheios de 41,9% para uma densidade populacional de um inseto adulto de *O. poecilus* por panícula.

Tabela 1. Equações de correlação entre número de adultos e ninfas de *Oebalus* spp. e variáveis de qualidade em híbrido de arroz irrigado.

Variáveis	Equação	R ²	P
Grãos picados (%)	$y = 0,0713x + 0,2508$	0,135	0,581
Grãos gessados (%)	$y = 0,3171x + 0,5311$	0,411	0,118
Grãos polidos (%)	$y = -1,5137x + 69,438$	0,407	0,121
Grãos quebrados (%)	$y = 3,0347x + 5,6181$	0,871	0,002
Grãos inteiros (%)	$y = -4,5484x + 63,82$	0,761	0,011
Espiguetas vazias (%)	$y = 2,1322x + 2,7913$	0,717	0,016

Como a intensidade do ataque de percevejos está relacionada com o estágio de desenvolvimento da panícula, as perdas resultantes desse ataque em diferentes variedades comerciais de arroz são, provavelmente, variáveis (RÉZIO E SILVA et al., 2002). Pelo estágio fenológico em que a cultura encontrava-se no momento em que a população de percevejos foi avaliada, comprova-se o efeito do dano destes insetos no aumento da ocorrência de espiguetas vazias. No beneficiamento também elevam-se as perdas por grãos quebrados.

CONCLUSÃO

A quantidade e qualidade final dos grãos da cultivar híbrida de arroz AB10101 CL são afetadas pelo ataque de percevejos-do-grão, principalmente, devido ao aumento da porcentagem de espiguetas vazias e de grãos quebrados, respectivamente.

AGRADECIMENTOS

Ao Grupo Pitangueira pela cedência da área onde foi realizado este estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERREIRA, E.; VIEIRA, N.R. de A.; RANGEL, P.H.N. Avaliação dos danos de *Oebalus* spp. em genótipos de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.6, p.763-768, 2002.

KRINSKI, D.; FOERSTER, L.A. Nível de dano de *Oebalus poecilus* (Hemiptera: Pentatomidae) em arroz tipo sequeiro da região sudoeste do estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 24. **Anais...** Curitiba, PR: Universidade Federal do Paraná, 2012.

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 30., 2014, Bento Gonçalves. Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Santa Maria: SOSBAI, 2014. 192p.

RÉZIO E SILVA, D.; FERREIRA, E.; VIEIRA, N.R. de A. Avaliação de perdas causadas por *Oebalus* spp. (Hemiptera: Pentatomidae) em arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.32, n.1. p.39-45, 2002.

SILVA, F. de. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. Versão do programa computacional ASSISTAT para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.1, p.71-78, 2002.

SELETIVIDADE DE AGROTÓXICOS REGISTRADOS PARA A CULTURA DO ARROZ SOBRE *Telenomus podisi* (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) EM PULVERIZAÇÃO PRÉ-PARASITISMO

Matheus Rakes¹; Anderson Dionei Grützmacher²; José Francisco da Silva Martins³; Juliano de Bastos Pazini⁴; Ciro Pedro Guidotti Pinto⁴; Franciele Silva De Armas⁴; Ronaldo Zantedeschi⁴; Rafael Antonio Pasini⁵

Palavras-chave: controle biológico, controle químico, parasitoide de ovos, *Oryza sativa*.

INTRODUÇÃO

Em cultivos irrigados de arroz, a presença de insetos praga representa um fator que compromete enormemente o rendimento de lavouras (CHEN et al., 2011). A atuação conjunta de inimigos naturais - ou pela presença natural desses agentes biológicos ou de maneira artificial pela introdução de espécies exóticas - e aplicação de agrotóxicos seletivos é considerada uma excelente alternativa no manejo de insetos-praga de diversos agroecossistemas (POLANCZYK et. al., 2006). Um agrotóxico seletivo pode ser definido como aquele que controla a praga visada, com o menor impacto possível sobre os outros componentes do ecossistema, isto é, deve apresentar baixo impacto sobre inimigos naturais nas mesmas condições em que a praga visada é efetivamente controlada (DEGRANDE et al. 2002).

Os parasitoides de ovos são considerados como os principais inimigos naturais dos percevejos da família Pentatomidae (PACHECO; CORREA-FERREIRA, 2000), cuja espécie *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) é uma das mais relevantes no controle biológico, e sua preservação é indispensável na manutenção da baixa população de percevejos. Estudos relatam a ocorrência deste agente biológico, em lavouras de arroz irrigado, parasitando ovos do percevejo-do-colmo *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) (IDALGO et al., 2013).

Reconhecendo a importância da ação exercida pelos parasitoides de ovos no controle biológico natural de insetos-praga no agroecossistema orizícola e que o efetivo emprego de programas de manejo integrado de pragas na cultura está intimamente relacionado à compatibilização, principalmente, de métodos biológicos e químicos, objetivou-se, com este trabalho, avaliar a seletividade de inseticidas e fungicidas registrados para a cultura do arroz sobre o parasitoide de ovos *T. podisi*, em pulverizações em pré-parasitismo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas da Universidade Federal de Pelotas (LabMIP/UFPel), vinculado ao Departamento de Fitossanidade (DFs) da Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel" (FAEM), no ano de 2015.

Foram utilizados ovos de *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) e fêmeas de *T. podisi* provenientes de criação mantida em laboratório, em condições controladas (temperatura de 25±1°C, umidade relativa do ar de 70±10% e fotofase de 14 horas). As fêmeas de *T. podisi*, após 48 h da emergência, foram colocadas em tubos de vidro de fundo chato (10 cm de comprimento x 2,5 cm de diâmetro) e alimentadas com um filete de mel, depositado nas laterais do frasco.

¹Graduando em Agronomia, Bolsista PIBIC - CNPq, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Universidade Federal de Pelotas (UFPel); Campus Universitário s/n, Capão do Leão, RS, Brasil. E-mail: matheusrakes@hotmail.com;

²Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Titular, FAEM - UFPel;

³Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador, Embrapa Clima Temperado;

⁴Engenheiros Agrônomos, Mestrando em Fitossanidade, FAEM - UFPel;

⁵Engenheiro Agrônomo, Mestre, Doutorando em Fitossanidade, FAEM - UFPel.

O bioensaio baseou-se na metodologia adotada por Smaniotto et al. (2013), em teste sem chance de escolha, com a pulverização dos agrotóxicos em pré-parasitismo. Foram utilizados inseticidas e fungicidas (nome comercial/ingrediente ativo/dosagem em mL ou g ha⁻¹) registrados para a cultura do arroz e/ou arroz irrigado (AGROFIT, 2015) e uma testemunha (água destilada): 1) Inseticidas: Actara[®] 250 WG/tiametoxam/150; Altacor[®]/chlorantraniliprole/85,7; Arrivo[®] 200 EC/cipermetrina/75; Eforia[®]/tiametoxam + lambda-cialotrina/150; Karate Zeon[®] 50 CS/lambda-cialotrina/150; Safety[®]/etofenproxi/300; Talisman[®]/bifentrina + carbosulfano/300; 2) Fungicidas: Bim[®] 750 BR/triclicazole/300; Eminent[®] 125 EW/ tetraconazol/500; Nativo[®]/trifloxistrobina + tebuconazole/750; Priori[®]/azoxistrobina/400 e; Priori Xtra[®]/azoxistrobina + ciproconazole/300. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com 13 tratamentos e oito repetições.

As caldas foram preparadas na maior concentração indicada pelo fabricante, para um volume de aplicação de 200 L ha⁻¹, e pulverizadas por meio de pulverizadores manuais, Guarany[®] Ultrajet 500 mL, diretamente sobre cartelas (1,0 x 5,0 cm) contendo 25 ovos de *E. heros*, não parasitados. Para cada tratamento e para a testemunha foram preparados oito cartelas com ovos. Após a pulverização, as cartelas permaneceram em temperatura ambiente ($\pm 27^{\circ}\text{C}$) para secagem durante cerca de 10 minutos. Após esse período, as cartelas foram acondicionadas nos tubos de vidro de fundo chato contendo uma fêmea de *T. podisi*, anteriormente descritos. Os tubos foram fechados com fita Parafilm[®] e foram acondicionados em sala climatizada (temperatura de $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas) durante 24 horas. Passadas as 24 horas, as fêmeas foram removidas e os tubos com ovos permaneceram nas mesmas condições até a completa emergência dos parasitoides. Avaliaram-se: a) porcentagem de parasitismo; b) redução do parasitismo (RP) em comparação a testemunha e classificação dos agrotóxicos de acordo com as normas padronizadas pela IOBC [classe 1: inócuo ($\text{RP} < 30\%$); classe 2: levemente nocivo ($30\% \leq \text{RP} \leq 79\%$); classe 3: moderadamente nocivo ($80\% \leq \text{RP} \leq 99\%$); classe 4: nocivo ($\text{RP} > 99\%$)]; c) porcentagem de emergência e; d) razão sexual dos adultos emergidos (F1).

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Para as variáveis que apresentaram distribuição normal ($p\text{-valor} > 0,05$) foi realizado análise da variância (ANOVA) e, sendo o F significativo ($p\text{-valor} < 0,05$) as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro. Não atendendo a premissa da normalidade, os dados foram submetidos a análise estatística não-paramétrica de Kruskal-Wallis, seguido de teste de Dunn em nível de 5% de probabilidade de erro. Utilizou-se o software estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2015) na execução das análises.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se ao confinar fêmeas de *T. podisi* junto aos ovos do hospedeiro *E. heros* previamente pulverizados com inseticidas que a taxa de parasitismo foi significativamente reduzida em comparação à testemunha nos inseticidas Eforia[®] (7,00%) e Talisman[®] (15,50%), com respectivas reduções no parasitismo de 91,95 e 82,18% e classificação de moderada nocividade (classe 3) (Tabela 1). Os inseticidas Karate Zeon[®] 50 CS (28,00%), Safety[®] (35,00%), Arrivo[®] 200 EC (45,50%) e Actara[®] 250 WG (55,00%) igualmente reduziram a taxa de parasitismo, mas classificaram-se como levemente nocivos (classe 2), com reduções de 67,82, 59,77, 47,70 e 36,78%, respectivamente. A capacidade reprodutiva de *T. podisi*, em consonância com estes resultados, foi mais afetada em ovos tratados com tiametoxan + lambda-cialotrina (GOLIN, 2014). Isso pode ser explicado em virtude desses ingredientes ativos atuarem no sistema nervoso do inseto, o que pode ter potencializado seu modo de ação, matando rapidamente os parasitoides que entraram em contato com os ovos tratados ou mesmo pela presença de substâncias voláteis (ANTIGO et al., 2013).

Já para o inseticida Altacor[®] não se verificou alteração significativa na porcentagem de parasitismo por *T. podisi* (87,00) em comparação com a testemunha (Tabela 1) e foi classificado como inócuo (classe 1). Oliveira et al. (2013), do mesmo modo, classificaram o inseticida clorantianiliprole como inócuo para adultos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988

(Hymenoptera: Trichogrammatidae) que entraram em contato com ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) tratados com o agrotóxico.

Quanto à emergência de adultos de *T. podisi*, somente o inseticida Eforia® reduziu significativamente a porcentagem de emergência ao ser comparado à testemunha (Tabela 1). Os demais inseticidas não diferiram estatisticamente da testemunha pelo teste Dunn.

Tabela 1. Porcentagem de parasitismo, redução do parasitismo (RP) e classificação dos agrotóxicos, porcentagem de emergência e razão sexual de *Telenomus podisi* emergidos a partir de ovos de *Euschistus heros* pulverizados com inseticidas e fungicidas, sem chance de escolha. Temperatura: 25±1°C; UR: 70±10%; Fotofase: 14 horas. Capão do Leão, 2015.

Tratamento / Dose (mL/ha)	Porcentagem de parasitismo (%±EP) ¹	RP(%) / (C) ²	Porcentagem de emergência (%±EP) ³	Razão sexual F1 (n±EP) ⁴
Inseticidas				
Actara® 250 WG/150	55,00 ± 6,67 cde	36,78 (2)	82,60 ± 2,38 ab	0,68 ± 0,11 ^{NS}
Altacor®/85,7	87,00 ± 6,61 ab	0,00 (1)	90,28 ± 3,87 a	0,79 ± 0,06
Arrivo® 200 EC/75	45,50 ± 3,46 def	47,70 (2)	77,44 ± 3,18 ab	0,64 ± 0,10
Eforia®/150	7,00 ± 1,46 h	91,95 (3)	45,83 ± 6,59 c	0,56 ± 0,17
Karate Zeon® 50 CS/150	28,00 ± 5,40 fg	67,82 (2)	81,97 ± 5,46 ab	0,83 ± 0,04
Safety®/300	35,00 ± 1,96 efg	59,77 (2)	81,54 ± 3,00 ab	0,72 ± 0,04
Talisman®/300	15,50 ± 2,56 gh	82,18 (3)	76,25 ± 7,22 ab	0,66 ± 0,16
Fungicidas				
Bim® 750 BR/300	75,00 ± 5,33 abc	13,79 (1)	88,50 ± 2,83 a	0,74 ± 0,08
Eminent® 125 EW/500	73,50 ± 5,70 abc	15,52 (1)	85,91 ± 2,50 a	0,86 ± 0,03
Nativo®/750	77,50 ± 3,29 abc	10,92 (1)	91,89 ± 1,79 a	0,76 ± 0,04
Priori®/400	77,00 ± 3,44 abc	11,49 (1)	89,53 ± 1,95 a	0,80 ± 0,03
Priori Xtra®/300	68,00 ± 3,70 bcd	21,84 (1)	82,70 ± 3,18 ab	0,66 ± 0,09
Testemunha	87,50 ± 2,59 a	--	90,17 ± 1,87 a	0,81 ± 0,02

¹Teste de normalidade Shapiro-Wilk= p-valor= 0,058 - Resultados comparados por Análise de Variância (ANOVA) (Teste F= 30,7674 p-valor= < .0001), seguido de Teste Tukey, em que médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferiram significativamente (p<0,05). ²Redução no parasitismo em comparação a testemunha/Classes da IOBC, em que: 1= inócuo (<30%), 2= levemente nocivo (30-79%), 3= moderadamente nocivo (80-99%), 4= nocivo (>99%). ³Teste de normalidade Shapiro-Wilk= p-valor= 3,75e⁻¹⁰ - Resultados comparados por Análise de Variância (ANOVA) não paramétrica (Kruskal-Wallis H= 25,32 p-valor= 0,0384), seguido de Teste Dunn, em que médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferiram significativamente (p<0,05). ⁴Teste de normalidade Shapiro-Wilk= p-valor= 5,37e⁻¹² - Resultados comparados por Análise de Variância (ANOVA) não paramétrica (Kruskal-Wallis H= 19,822, p-valor= 0,0997; ^{NS} ANOVA não significativa [p>0,05]).

A taxa de parasitismo por fêmeas de *T. podisi* em ovos de *E. heros* previamente pulverizados com fungicidas não diferiu significativamente da testemunha, com exceção de Priori Xtra®, onde o parasitismo observado foi de 68,00% (Tabela 1). Entretanto, todos os fungicidas testados classificaram-se como inócuos (classe 1) na redução do parasitismo por *T. podisi* em comparação com a testemunha, e não apresentaram efeitos significativos na taxa de emergência dos adultos (Tabela 1). Resultados semelhantes foram observados em estudos de avaliação do parasitismo por *T. podisi* e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 em ovos tratados com fungicidas, em que produtos constituídos de ingredientes ativos dos grupos químicos triazol, estrobilurina e triazol + estrobilurina foram classificados como inócuos (MATOS, 2007; GOLIN, 2014). Esses autores ainda relataram que as porcentagens médias de parasitoides emergidos não diferiram da testemunha.

A razão sexual de adultos emergidos (F1) ficou entre 0,56 e 0,86 e não foi afetada significativamente pelos efeitos tóxicos dos agrotóxicos quando comparadas entre si e em relação à testemunha (Tabela 1).

CONCLUSÃO

Dentre os inseticidas pulverizados sobre ovos do hospedeiro alternativo *E. heros*, somente Altacor® não alterou a porcentagem de parasitismo por *T. podisi* e foi, portanto,

classificado como inócuo (classe 1). O parasitismo por *T. podisi* foi reduzido quando os ovos do hospedeiro foram previamente pulverizados com os inseticidas Actara® 250 WG (classe 2), Arrivo® 200 EC (classe 2), Safety® (classe 2), Karate Zeon® 50 CS (classe 2), Talisman® (classe 3) e Eforia® (classe 3), sendo este último, ainda, prejudicial a emergência dos parasitoides adultos.

A maior redução no percentual de parasitismo por *T. podisi* observada entre os fungicidas registrados para a cultura do arroz foi para o Priori Xtra®, no entanto, todos os fungicidas testados classificaram-se como inócuos (classe 1) e não afetaram significativamente a taxa de emergência dos adultos de *T. podisi*.

AGRADECIMENTOS

A FINEP pela infraestrutura de laboratórios, ao CNPq e a CAPES pela concessão de bolsas de estudos aos envolvidos no projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROFIT: Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 07 mar. 2015.
- ANTIGO, M.R. et al. Repelência de produtos fitossanitários usados na cana-de-açúcar e seus efeitos na emergência de *Trichogramma galloi*. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, n.4, p.910-916, 2013.
- GOLIN, V. **Incidência natural, biologia, seletividade e efeito de liberações inoculativas de parasitoides de ovos (Hymenoptera: Platygasteridae) no controle de Euschistus heros (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) no Mato Grosso**. 2014. 106 f. Tese (Doutorado em Ciências - Zoologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.
- MATOS, M.M. **Seletividade a Trichogramma atopovirilia Oatman & Platner, 1983 de agroquímicos utilizados na citricultura paulista para o controle do bicho-furão-dos-citros, Gymnadrosoma aurantianum Lima, 1927**. 2007. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciências - Entomologia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- OLIVEIRA, H.N. et al. Seletividade de inseticidas utilizados na cana-de-açúcar a adultos de *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Bioscience Journal**, v.29, n.5, p.1267-1274, 2013.
- CHEN, M. et al. Insect-resistant genetically modified rice in China: from research to commercialization. **Annual Review of Entomology**, v.56, p.81-101, 2011.
- DEGRANDE, P. E. et al. Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais. In: PARRA, J.R.P. et al. (Ed.). **Controle Biológico no Brasil: Parasitoides e predadores**. São Paulo, SP: Manole, 2002. p. 75-81.
- PACHECO, D.J.P.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Parasitismo de *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) em populações de percevejos pragas da soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.29, n.2, p.295-302, 2000.
- POLANCZYK, R.A. et al. Interação entre inimigos naturais: *Trichogramma* e *Bacillus thuringiensis* no controle biológico de pragas agrícolas. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.28, n.2, p.233-239, 2006.
- IDALGO, T.D.N. et al. Parasitismo de ovos de *Tibraca limbativentris* Stål (Hemiptera: Pentatomidae) em lavoura de arroz irrigado, Eldorado do Sul, RS. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.80, n.4, p.453-456, 2013.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R - A language and environment for statistical computing**. ver. 3.2.0. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. 2015. Disponível em: <<http://www.r-project.org>>.
- SMANIOTTO et al. Seletividade de produtos alternativos a *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.6, p. 3295-3306, 2013.

SELETIVIDADE DE INSETICIDAS REGISTRADOS PARA A CULTURA DO ARROZ SOBRE OS PARASITÓIDES DE OVOS *Telenomus podisi* (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) E *Trichogramma pretiosum* (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)

Anderson Dionei Grützmacher¹; Juliano de Bastos Pazini²; José Francisco da Silva Martins³; Rafael Antonio Pasini⁴; Matheus Rakes⁵; Stefânia Nunes Pires⁶

Palavras-chave: controle químico, controle biológico, inimigo natural, *Oryza sativa*.

INTRODUÇÃO

O gênero *Telenomus* possui espécies com destaque como agentes de controle biológico em ovos de percevejos, onde *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) é uma espécie reconhecidamente generalista e tem diversidade de hospedeiros em culturas conduzidas em solos de várzea, dentre essas o arroz irrigado (RIFFEL et al., 2010; IDALGO et al., 2013).

O parasitoide de ovos do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) é relatado como agente biológico para controle de lepidópteros-praga na cultura do arroz irrigado (RANI et al., 2007) em diversos países, parasitando ovos de hospedeiros como as brocas *Chilo suppressalis* (Walker, 1863) (Lepidoptera: Crambidae) (KO et al., 2014), *Chilareae auricilia* Dudgeon, 1905 (Lepidoptera: Pyralidae) (CHEN et al., 2010) e outros. No Brasil, a espécie *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) é uma das mais utilizadas em liberações inundativas em inúmeros cultivos.

Apesar da importância do controle biológico de pragas, o uso de inseticidas ainda é necessário no atual sistema de produção agrícola, em virtude da rapidez, eficiência, facilidade e baixo custo (KHAN et al., 2008). Um inseticida pode ser considerado ideal quando este maximiza a ação em insetos-praga e, ao mesmo tempo, produza efeitos colaterais mínimos sobre os inimigos naturais (BRUGGER et al., 2010). Assim, o conhecimento da compatibilidade e impacto dos inseticidas sobre os inimigos naturais de insetos é essencial para a integração efetiva de controles químicos e biológicos (PREETHA et al., 2009). Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a seletividade de inseticidas registrados para a cultura do arroz sobre os parasitoides de ovos *T. podisi* e *T. pretiosum*.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LabMIP) da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), em Capão do Leão, RS, no ano de 2014, segundo padrões técnicos da *International Organisation for Biological and Integrated Control* (IOBC).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos e uma testemunha, com quatro repetições (Tabela 1).

Bioensaio de seletividade a adultos de *T. podisi*.

Posturas de *Euschistus heros* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae) parasitadas por *T. podisi* (\pm 55 ovos) foram depositadas em tubos de emergência (ampolas de vidro com

¹Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Titular, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Campus Universitário s/n, Capão do Leão, RS, Brasil. E-mail: adgrutzm@ufpel.edu.br;

²Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Fitossanidade, FAEM - UPel;

³Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador, Embrapa Clima Temperado;

⁴Engenheiro Agrônomo, Mestre, Doutorando em Fitossanidade, FAEM - UPel;

⁵Graduando em Agronomia, Bolsista PIBIC - CNPq, FAEM - UPel;

⁶Graduanda em Agronomia, FAEM - UPel.

12 cm de comprimento x 2 cm de diâmetro em uma das extremidades e 7 cm na outra) contendo gotículas de mel que, devidamente fechados, foram armazenados em ambiente controlado, a uma temperatura de $25\pm1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70\pm10\%$ e fotofase de 14 horas, até a emergência dos parasitoides.

Os tratamentos foram aplicados diretamente sobre placas de vidro (13 x 13 cm) por meio de pulverizador manual, Guarany[®] Ultrajet 500 mL, calibrado para depositar $1,75\pm0,25$ mg de calda por cm^2 . As bordas das placas foram protegidas por estrutura quadrada plástica, de modo que somente a região central das placas (10 x 10 cm) fosse pulverizada. Após período de secagem, as placas foram fixadas em gaiolas de exposição padronizadas pela IOBC, com ar interno circulante. Os tubos de emergência contendo os parasitoides (± 24 horas de idade) foram conectados às gaiolas de exposição para entrada dos insetos. Após 20 horas, aproximadamente, desconectaram-se os tubos de emergência e as ofertas de ovos de *E. heros* (± 50 ovos), em cartelas identificadas, aos parasitoides nas gaiolas ocorreram em 24, 48 e 72 horas após os tubos de emergência terem sido conectados. Após período total de 96 horas, isto é, 24 horas após a última oferta de ovos o experimento foi encerrado e as cartelas de ovos identificadas foram individualizadas e armazenadas em mesma condição do teste para verificar o parasitismo.

Tabela 1. Agrotóxicos registrados na cultura do arroz e utilizados em bioensaio de seletividade sobre os parasitoides de ovos *Telenomus podisi* e *Trichogramma pretiosum*. Capão do Leão, RS, 2015.

Produto comercial (p.c.)	Ingrediente ativo	Formulação e concentração (g/L ou g/kg) ¹	Titular de registro	Dose (L ou kg p.c./ha) ²
1- Altacor [®]	clorantraniliprole	WG 350	Du Pont	0,0857
2- Talisman [®]	bifentrina+carbosulfano	EC 50+150	FMC	0,30
3- Safety [®]	etofenproxi	EC 300	Iharabras	0,30
4- Actara [™] 250 WG	tiametoxam	WG 250	Syngenta	0,15
5- Engeo [™] Pleno	λ -cialotrina+tiametoxam	SC 141+106	Syngenta	0,20
6- Arrivo [®] 200 EC	cipermetrina	EC 200	FMC	0,75
Testemunha		água destilada		

¹EC: emulsão concentrada; SC: suspensão concentrada; WG: granulado dispersível. ²Maior dose de registro para cultura do arroz (AGROFIT, 2015).

Bioensaio de seletividade a adultos de *T. pretiosum*.

Posturas de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) parasitadas por *T. pretiosum* ($\pm 250\pm 50$ ovos) foram depositadas em tubos de emergência, contendo gotículas de mel que, devidamente fechados, foram armazenados em ambiente controlado, a uma temperatura de $25\pm1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70\pm10\%$ e fotofase de 14 horas, até a emergência dos parasitoides. As demais especificidades metodológicas adotadas para pulverização dos agrotóxicos, introdução dos parasitoides às gaiolas e desconexão dos tubos de emergência foram as mesmas supracitadas no bioensaio com *T. podisi*.

As ofertas de ovos de *A. kuehniella* em cartelas (cada cartela com três círculos de 1 cm de diâmetro, com 450 ± 50 ovos) aos parasitoides nas gaiolas ocorreram em 24 (três cartelas), 48 (duas cartelas) e 96 horas (uma cartela) após os tubos de emergência terem sido conectados. Após o período total de 168 horas, o experimento foi encerrado e as cartelas de ovos identificadas foram transferidas para placas de Petri (9,0 x 1,5cm) e armazenadas na mesma condição do teste para verificar o parasitismo.

A redução no parasitismo de *T. podisi* e *T. pretiosum* em relação ao tratamento testemunha foi calculada pela equação $E(\%) = [(1 - V_t/V_c) \cdot 100]$, onde: $E(\%)$ é a porcentagem de redução no parasitismo; V_t é o parasitismo médio para o tratamento e V_c é o parasitismo médio da testemunha. Diante disso, os agrotóxicos foram classificados de acordo com as normas padronizadas pela IOBC em: classe 1: inócuo ($E < 30\%$); classe 2: levemente nocivo ($30\% \leq E \leq 79\%$); classe 3: moderadamente nocivo ($80\% \leq E \leq 99\%$); classe 4: nocivo ($E > 99\%$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que os inseticidas Actara® 250 WG e Engeo™ Pleno foram nocivos (classe 4) a adultos de *T. podisi*, com redução de 100,0% no parasitismo (Figura 1A). Talisman® reduziu o parasitismo em 97%, classificando-se como moderadamente nocivo (classe 3). Já os inseticidas Safety® e Arrivo 200 EC® ocasionaram redução no parasitismo de 68,8 e 58,1%, respectivamente, sendo ambos classificados como levemente nocivos (classe 2). Somente o Altacor® mostrou-se inócuo a adultos de *T. podisi* (classe 1).

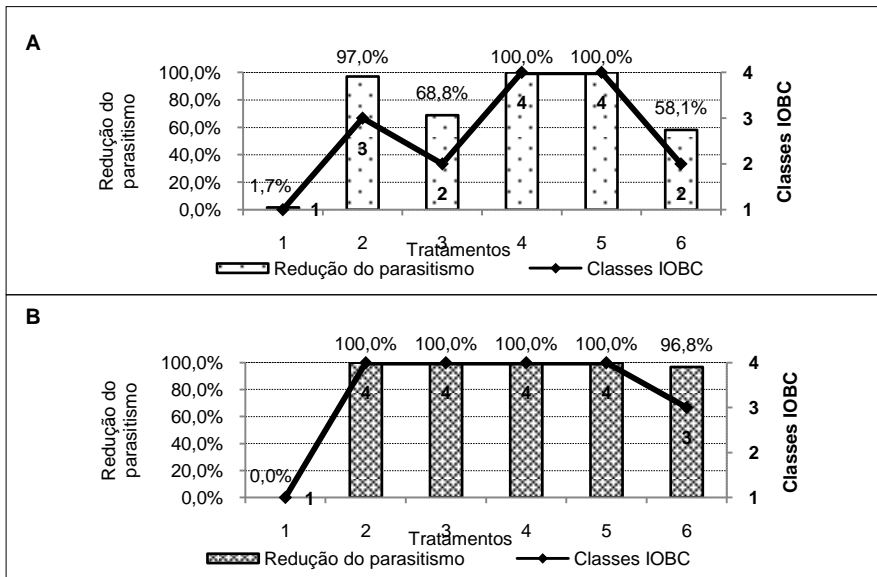


Figura 1. Efeitos de inseticidas registrados para a cultura do arroz sobre o parasitismo de A) *Telenomus podisi* e B) *Trichogramma pretiosum* em comparação com a Testemunha e classificação da seletividade. Os inseticidas (Tratamentos) testados são: 1) Altacor®, 2) Talisman®, 3) Safety®, 4) Actara® 250 WG; 5) Engeo™ Pleno; 6) Arrivo 200 EC®. A classificação da seletividade é segundo padrões da IOBC/WPRS, em que: 1= inócuo (<30%), 2= levemente nocivo (30-79%), 3= moderadamente nocivo (80-99%), 4= nocivo (>99%). Temperatura: 25±1°C; UR: 70±10%; Fotofase: 14 horas. Capão do Leão, 2015.

Ainda, no bioensaio de seletividade de inseticidas sobre *T. pretiosum* foi possível observar que Talisman®, Safety®, Actara® 250 WG e Engeo™ Pleno classificaram-se como nocivos (classe 4), com 100,0% de redução no parasitismo (Figura 1B). Os inseticidas Arrivo 200 EC® e Altacor® foram classificados em moderadamente nocivo (classe 3) e inócuo (classe 1), respectivamente, sendo que este último não provocou redução no parasitismo dos ovos de *A. kuehniella* por *T. pretiosum*.

De acordo com os resultados deste estudo, outros estudos descrevem a seletividade de clorantraniliprole a inúmeras espécies do gênero *Trichogramma* (PREETHA et al., 2009; BRUGGER et al., 2010). Além disso, a nocividade de tiametoxam também foi verificada para *T. podisi* e *T. pretiosum* (WILLIAMS; PRICE, 2004; GRÜTZMACHER et al., 2013). Dentre os neonicotinóides, tiametoxam é relatado como sendo o mais tóxico (PREETHA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2013).

T. podisi e *T. pretiosum*, em fase adulta, apresentaram comportamento divergente quando expostos aos inseticidas registrados para a cultura do arroz, mostrando ser o parasitoide *T. pretiosum* mais sensível que *T. podisi*. Entretanto, ambos foram submetidos a exposição expressivamente alta e o inseticida considerado inócuo neste estudo pode ser

inserido em programas de manejo integrado. Já os agrotóxicos classificados em 2, 3 e 4 devem ter a toxicidade comprovada em condições de semi-campo e campo.

CONCLUSÃO

O inseticida Altacor® foi classificado como inócuo (classe 1) a adultos dos parasitoides de ovos *T. podisi* e *T. pretiosum*.

Os inseticidas Talisman®, Safety® e Arrivo 200 EC® apresentaram comportamento diferente a cerca da seletividade sobre as espécies de parasitoide de ovos, mostrando ser *T. pretiosum* mais sensível aos efeitos tóxicos dos inseticidas registrados para o arroz.

AGRADECIMENTOS

A FINEP pela infraestrutura de laboratórios, ao CNPq e a CAPES pela concessão de bolsas de estudos aos envolvidos no projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROFIT: Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 14 dez. 2015.
- BRUGGER, K. E. et al. Selectivity of chlorantraniliprole to parasitoid wasps. **Pest Management Science**, v.66, n.10, p.1075-1081, 2010.
- CHEN, H.F. et al. Control efficacy of *Trichogramma japonicum* against *Chilo suppressalis* and *Chilaraea auricilia*. **Chinese Journal of Applied Ecology**, v.21, n.3, p.743-748, 2010.
- GRÜTZMACHER, A. D. et al. Seletividade de inseticidas recomendados para o controle de insetos-pragas na cultura do arroz irrigado a *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Platygasteridae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria. **Anais...** Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, 2013. Disponível em: <<http://www.cbai2013.com.br/docs/trab-5097-206.pdf>>. Acesso em: 30 mai. 2015.
- IDALGO, T.D.N. et al. Parasitismo de ovos de *Tibraca limbativentris* Stål (Hemiptera: Pentatomidae) em lavoura de arroz irrigado, Eldorado do Sul, RS. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.80, n.4, p.453-456, 2013.
- KHAN, Z.R. et al. Chemical ecology and conservation biological control. **Biological Control**, v.45, n.1, p.210-224, 2008.
- KO, K. et al. Evaluation for potential *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) strains for control of the Striped stem borer (Lepidoptera: Crambidae) in the Greater Mekong Subregion. **Journal of Economic Entomology**, v.107, n.3, p.955-963, 2014.
- OLIVEIRA, H.N. et al. Seletividade de inseticidas utilizados na cana-de-açúcar a adultos de *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Bioscience Journal**, v.29, n.5, p.1267-1274, 2013.
- PREETHA, G. et al. Toxicity of selected insecticides to *Trichogramma chilonis*: assessing their safety in the rice ecosystem. **Phytoparasitica**, v.37, n.1, p.209-215, 2009.
- RANI, P.U. et al. Kairomones extracted from rice yellow stem borer and their influence on egg parasitization by *Trichogramma japonicum* Ashmead. **Journal of Chemical Ecology**, v.33, n.1, p.59-73, 2007.
- RIFFEL, C.T. et al. Primeiro relato de ocorrência de *Telenomus podisi* (Ashmead) e *Trissolcus urichi* (Crawford) (Hymenoptera: Scelionidae) como parasitoides de ovos do percevejo-do-colmo-do-arroz, *Tibraca limbativentris* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae), em Santa Catarina. **Neotropical Entomology**, v.39 n.3 p.447-448, 2010.
- WILLIAMS, L.; PRICE, L. A space-efficient contact toxicity bioassay for minute Hymenoptera, used to test the effects of novel and conventional insecticides on the egg parasitoids *Anaphesiole* and *Trichogramma pretiosum*. **BioControl**, v.49, n.2, p.163-185, 2004.

TOXICIDADE DE TRATAMENTOS FITOSSANITÁRIOS EMPREGADOS NA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO SOBRE *Telenomus podisi* (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE)

Juliano de Bastos Pazini¹; Anderson Dionei Grützmacher²; José Francisco da Silva Martins³; Rafael Antonio Pasini⁴; Stefânia Nunes Pires⁵; Matheus Rakes⁶; Ciro Pedro Guidotti Pinto⁷

Palavras-chave: seletividade de agrotóxicos, controle biológico, parasitoide, *Oryza sativa*.

INTRODUÇÃO

O uso de herbicidas, fungicidas e inseticidas químicos tem sido o método mais utilizado na lavoura orizícola para o controle de pragas, em virtude de sua praticidade, eficiência e rapidez (REUNIÃO, 2014). Na maioria das vezes, sua utilização ocorre em associação na calda de pulverização, a fim de aumentar o espectro de ação e, como consequência, controlar o conjunto de problemas fitossanitários (GAZZIERO, 2015). No tocante ao número de produtos misturados numa mesma operação, Gazziero (2015) relata que, em diferentes cultivos agrícolas no Brasil, 95% das misturas contemplam o uso de dois a cinco produtos em um só tanque. Tal prática, no entanto, pode representar alguns prejuízos (CASTRO, 2009), principalmente relacionadas ao aumento do efeito tóxico da calda sobre a cultura e demais organismos não-alvo associados ao agroecossistema orizícola.

O uso abusivo de agrotóxicos pode provocar impacto negativo sobre inimigos naturais, caracterizando uma atitude irracional por desconsiderar os princípios do Manejo Integrado de Pragas (MIP) (MARTINS et al., 2009). Dentre os inimigos naturais com importância no controle biológico na cultura do arroz irrigado, destaca-se *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae), a qual é uma das espécies principais de parasitoides de ovos de percevejos da Família Pentatomidae. Riffel et al. (2010) relataram o parasitismo superior a 80% de ovos de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera, Pentatomidae) por *T. podisi* e *Trissolcus urichi* Crawford, 1913 (Hymenoptera, Scelionidae), em arrozais.

Partindo deste pressuposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a toxicidade de diferentes tratamentos fitossanitários constituídos pela mistura de agrotóxicos na calda de pulverização empregados na cultura do arroz irrigado sobre o parasitoide de ovos *T. podisi*.

MATERIAL E MÉTODOS

O bioensaio foi conduzido no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LabMIP) da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), em Capão do Leão, Rio Grande do Sul (RS), no ano de 2014, segundo padronizações da *Organisation for Biological and Integrated Control* (IOBC) (HASSAN, 2000).

¹Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Fitossanidade, Departamento de Fitossanidade (DFs), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Campus Universitário s/n, Capão do Leão, RS, Brasil. E-mail: julianopazzini@hotmail.com;

²Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Titular, FAEM - UFPEL;

³Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador, Embrapa Clima Temperado;

⁴Engenheiro Agrônomo, Mestre, Doutorando em Fitossanidade, FAEM - UFPEL;

⁵Graduanda em Agronomia, FAEM - UFPEL;

⁶Graduando em Agronomia, Bolsista PIBIC - CNPq, FAEM - UFPEL;

⁷Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Fitossanidade, FAEM - UFPEL.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos, que consistiram da mistura entre herbicidas, fungicidas e fungicidas e inseticidas na mesma calda de pulverização e um tratamento controle ou testemunha, com quatro repetições (Tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos fitossanitários utilizados na cultura do arroz irrigado e empregados em bioensaio de seletividade sobre o parasitoide de ovos *Telenomus podisi*. Capão do Leão, 2015.

Produto comercial (p.c.)	Ingrediente ativo (i.a.)	Formulação e concentração (g/L ou g/kg) ¹	Dose (L ou kg p.c./ha) ²
1- Clincher®+Ricer®*	cialofop-butilico/penoxsulam	EC 180/SC 240	1,75+0,25
2- Clincher®+Kifix®**	cialofop-butilico/ imazapir-imazapique	EC 180/ WG 525+175	1,75+0,14
3- Clincher®+Ricer®+ Sirius® 250 SC*	cialofop-butilico/ penoxsulam/pirazossulfurom- etilico	EC 180/SC 240/ SC 250	1,75+0,25+0,08
4- Alterne®+Bim® 750 BR+Priori® 250 SC	tebuconazol/triciclazol/ azoxistrobina	EC 200/WP 750/ SC 250	0,75+0,30+0,40
5- Alterne®+Bim® 750 BR+Priori® 250 SC+ Actara® 250 WG	tebuconazol/triciclazol/ azoxistrobina/tiametoxam	EC 200/WP 750/ SC 250/WG 250	0,75+0,30+0,40+0,15
6- Alterne®+Bim® 750 BR+Priori® 250SC+ Talisman®	tebuconazol/triciclazol/ azoxistrobina/bifentrina+ carbosulfano	EC 200/WP 750/ SC 250/EC 50+150	0,75+0,30+0,40+0,30
Testemunha		água destilada	

¹EC: emulsão concentrada; WG: granulado dispersível; WP: pó molhável; SC: suspensão concentrada.

²Maior dose de registro para cultura do arroz (AGROFIT, 2015). *Adição de óleo vegetal à calda (0,5% v/v); **Adição de óleo mineral à calda (0,5% v/v).

Posturas do hospedeiro alternativo *Euschistus heros* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae) parasitadas por *T. podisi* (± 55 ovos) foram depositadas em tubos de emergência (ampolas de vidro com 12 cm de comprimento x 2 cm de diâmetro em uma das extremidades e 7 cm na outra) contendo alimento (gotículas de mel) que, devidamente fechados, foram armazenados em ambiente controlado, a uma temperatura de $25\pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70\pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, até a emergência dos parasitoides.

Os tratamentos foram aplicados diretamente sobre placas de vidro (13 x 13 cm) por meio de pulverizador manual, Guarany® Ultrajet 500 mL, calibrado para depositar $1,75\pm 0,25$ mg de calda por cm^2 e preparados para um volume de aplicação de 200 L ha^{-1} . As margens das placas foram cobertas por estrutura quadrada de plástico, de modo que somente a região central das placas (10 x 10 cm) fosse pulverizada. Após secagem, as placas foram fixadas em gaiolas de exposição padronizadas pela IOBC, com ar interno circulante.

Os tubos de emergência contendo os parasitoides (± 24 horas de idade) foram conectados às gaiolas de exposição para entrada dos insetos. Após 20 horas, aproximadamente, desconectaram-se os tubos de emergência e as ofertas de ovos de *E. heros* (± 50 ovos), em cartelas identificadas, aos parasitoides nas gaiolas ocorreram em 24, 48 e 72 horas após os tubos de emergência terem sido conectados. Após período total de 96 horas, isto é, 24 horas após a última oferta de ovos o experimento foi encerrado e as cartelas de ovos identificadas foram individualizadas e armazenadas em mesma condição do teste para verificar o parasitismo.

A redução no parasitismo de *T. podisi* em relação ao tratamento testemunha foi calculada pela equação $E(\%) = [(1 - Vt/Vc) \cdot 100]$, onde: $E(\%)$ é a porcentagem de redução no parasitismo; Vt é o parasitismo médio para o tratamento e Vc é o parasitismo médio da testemunha. Diante disso, os agrotóxicos foram classificados de acordo com as normas padronizadas pela IOBC em: Classe 1: inócuo ($E < 30\%$); Classe 2: levemente nocivo ($30\% \leq E \leq 79\%$); Classe 3: moderadamente nocivo ($80\% \leq E \leq 99\%$); Classe 4: nocivo ($E > 99\%$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As misturas entre fungicidas e inseticidas representaram maior efeito tóxico a adultos de *T. podisi*. Alterne® + Bim® 750 BR + Priori® 250 SC + Actara® 250 WG e Alterne® + Bim® 750 BR + Priori® 250 SC + Talisman® foram classificados como nocivos (Classe 4), com redução no parasitismo de 100 e 99,1%, respectivamente (Figura 1). A elevada toxicidade verificada nesses tratamentos, deve-se ao efeito tóxico dos inseticidas adicionados à calda, já que ambos atuam no sistema nervoso dos insetos e causam a rápida morte após o contato. Oliveira et al. (2013) relataram a toxicidade de tiameotaxam a outro parasitoide de ovos, *Trichogramma gallii* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae), com 100% de mortalidade.

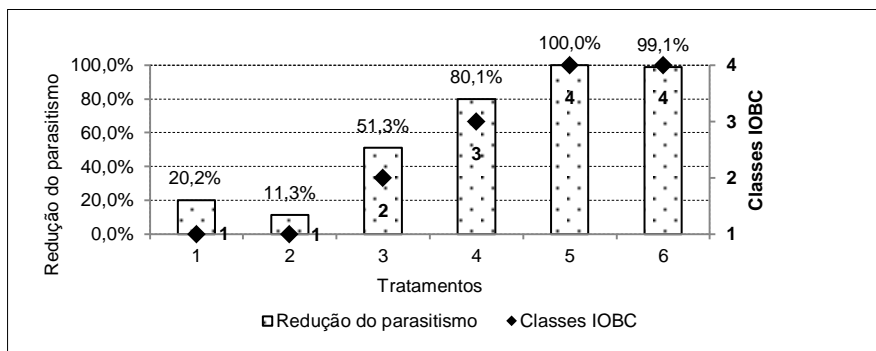


Figura 1. Toxicidade de tratamentos fitossanitários empregados na cultura do arroz irrigado no parasitismo de *Telenomus podisi* em comparação com a Testemunha e classificação da seletividade. Os tratamentos fitossanitários enumerados são: 1) Clincher® + Ricer®; 2) Clincher® + Kifix®; 3) Clincher® + Ricer® + Sirius® 250 SC*; 4) Alterne® + Bim® 750 BR + Priori® 250 SC; 5) Alterne® + Bim® 750 BR + Priori® 250 SC + Actara® 250 WG; 6) Alterne® + Bim® 750 BR + Priori® 250 SC + Talisman®. A classificação da seletividade é segundo padrões da IOBC/WPRS, em que: 1= inócuo (<30%), 2= levemente nocivo (30-79%), 3= moderadamente nocivo (80-99%), 4= nocivo (>99%). Temperatura: 25±1°C; UR: 70±10%; Fotofase: 14 horas. Capão do Leão, 2015. *Adição de óleo vegetal à calda (0,5% v/v); **Adição de óleo mineral à calda (0,5% v/v).

O tratamento constituído pela mistura entre fungicidas (Alterne® + Bim® 750 BR + Priori® 250 SC) foi moderadamente nocivo, sendo enquadrado na classe 3.

Já nas misturas entre herbicidas, o comportamento de toxicidade a adultos de *T. podisi* foi distinto. Verificou-se nos tratamentos Clincher® + Ricer® (óleo vegetal) e Clincher® + Kifix® (óleo mineral) redução no parasitismo por *T. podisi* de 20,2 e 11,3% (classe 1), respectivamente, enquanto Clincher® + Ricer® + Sirius® 250 SC (óleo vegetal) foi classificado como levemente nocivo (classe 2), com 51,3% de redução no parasitismo. Reconhece-se que o emprego de agrotóxicos em mistura pode levar a interações e efeitos desconhecidos quanto a toxicidade da calda (MACIEL et al., 2009), no entanto, os resultados evidenciaram que a inserção do herbicida Sirius® 250 SC elevou os efeitos tóxicos sobre *T. podisi*. Para herbicida de mesmo grupo químico (Sulfonilureia), Stefanello Júnior et al. (2008) observaram reduções no parasitismo de *T. pretiosum*, classificando-o como levemente nocivo (classe 2).

Na literatura não encontraram-se estudos referentes aos efeitos tóxicos de agrotóxicos empregados em mistura aos organismos benéficos, como os inimigos naturais de insetos-praga associados ao agroecossistema orizícola bem como em outro cultivo. Dessa forma, testes de seletividade com a utilização de misturas de agrotóxicos são importantes, visto que tal prática é referida como comum no campo, e o conhecimento de seus efeitos poderá

tornar possível a compatibilização do controle biológico com o controle químico no manejo de pragas.

CONCLUSÃO

As misturas Alterne[®] + Bim[®] 750 BR + Priori[®] 250 SC + Actara[®] 250 WG e Alterne[®] + Bim[®] 750 BR + Priori[®] 250 SC + Talisman[®] são nocivas à *T. podisi* (classe 4).

A mistura Alterne[®] + Bim[®] 750 BR + Priori[®] 250 SC é moderadamente nociva à *T. podisi* (classe 3).

A mistura Clincher[®] + Ricer[®] + Sirius[®] 250 SC + óleo vegetal é levemente nociva à *T. podisi* (classe 2).

Somente Clincher[®] + Ricer[®] + óleo vegetal e Clincher[®] + Kifix[®] + óleo mineral são inócuos a *T. podisi* (classe 1).

AGRADECIMENTOS

A FINEP pela infraestrutura de laboratórios, ao CNPq e a CAPES pela concessão de bolsas de estudos aos envolvidos no projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROFIT: Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 07 dez. 2014.
- CASTRO, V. L. S. de. Uso de misturas de agrotóxicos na agricultura e suas implicações toxicológicas na saúde. **Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology**, v.4, n.1-3, p.87-94, 2009.
- GAZZIERO, D. L. P. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**, v.33, n.1, 2015.
- HASSAN, S. A. et al. A laboratory method to evaluate the side effects of plant protection products on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). In: CANDOLFI, M. P. et al.(Ed.): **Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods**. IOBC/WPRS, p.107-119. 2000.
- MACIEL, C. D. G. et al. Seletividade de cultivares de soja RR[®] 757 submetidos a misturas em tanque de glyphosate + chlorimuron-Ethyl associadas a óleo mineral e inseticidas. **Planta Daninha**, v.27, n.4, p.755-768, 2009.
- MARTINS, J.F. da S. et al. **Situação do manejo integrado de insetos-praga na cultura do arroz no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 40 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 290).
- OLIVEIRA, H.N. et al. Seletividade de inseticidas utilizados na cana-de-açúcar a adultos de *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Bioscience Journal**, v.29, n.5, p.1267-1274, 2013.
- REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 30, 2014, Bento Gonçalves. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Santa Maria: SOSBAI, 2014. 192p.
- RIFFEL, C. T. et al. Primeiro relato de ocorrência de *Telenomus podisi* (Ashmead) e *Trissolcus urichi* (Crawford) (Hymenoptera : Scelionidae) como parasitóides de ovos do percevejo-do-colmo-do-arroz, *Tibraca limbativentris* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae), em Santa Catarina. **Neotropical Entomology**, v.39 n.3 p.447-448, 2010.
- STEFANELLO JÚNIOR, G. J. et al. Seletividade de herbicidas registrados para a cultura do milho a adultos de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Planta Daninha**, v.26, n.2, 2008.

USO DE ÓLEOS E HIDROLATOS DE PLANTAS BIOATIVAS PARA PROSPECÇÃO DO CONTROLE DE *Tibraca limbativentris* (Stål)

Rafael Ducioni Panato¹; Eduardo Rodrigues Hickel²; Patrícia Menegaz de Farias³

Palavras-chave: percevejo-do-colmo, manejo de pragas, *Oryza sativa*.

INTRODUÇÃO

Um dos insetos-praga mais importante do arroz irrigado é o percevejo-do-colmo (*Tibraca limbativentris* Stål 1860) (Hemiptera: Pentatomidae) (FERREIRA *et al.*, 1997). Sua incidência nas lavouras ocasiona o surgimento de perfilhos secos (“coração morto”), bem como de panículas estéreis (“panícula branca”).

Entre os métodos de controle desse inseto-praga, o químico é o mais utilizado, entretanto seu emprego, sem bases técnicas, tem ocasionado o controle insatisfatório e contribuído para a ressurgência da praga e para o aumento da poluição ambiental e dos custos de produção (MARTINS *et al.*, 2009).

A implementação do manejo integrado de pragas (MIP) nas lavouras de arroz irrigado ainda não é uma realidade, embora os segmentos responsáveis pela pesquisa científica insistam que esta é a alternativa mais racional para o combate às pragas (MARTINS *et al.*, 2009; INSETOS..., 2014). Excluindo-se a falta de sensibilização dos agricultores, um dos fatores que dificulta a implementação do MIP é a carência de alternativas viáveis aos inseticidas organossintéticos. Assim, faz-se necessário, prospectar produtos alternativos para o controle de pragas do arroz, para reduzir, ou mesmo suprimir, o emprego dos inseticidas químicos nas lavouras. Neste aspecto, o uso de óleos ou extratos vegetais pode ser uma estratégia valiosa, para a intercalação de princípios ativos preconizada no MIP (PEREIRA *et al.*, 2008; BORA *et al.*, 2012).

Diversos estudos sobre o efeito inseticida de extratos vegetais foram realizados, alguns obtendo sucesso parcial ou total nos ensaios laboratoriais ou de campo (TAGLIARI *et al.*, 2003; ALMEIDA *et al.*, 2005; BERLITZ *et al.*, 2005; PEREIRA *et al.*, 2008; KNAAK *et al.*, 2011; BORA *et al.*, 2012). Outros, porém, verificaram a ausência de efeito inseticida dos compostos testados (HICKEL *et al.*, 2011; PANATO *et al.*, 2013; WIEST *et al.*, 2013).

Não obstante, a gama de produtos ainda passíveis de teste é grande, pois diversas plantas, quer da flora nativa ou exótica, possuem compostos bioativos com possível poder inseticida. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi prospectar a ação inseticida de óleos essenciais e hidrolatos de várias espécies vegetais biotivas para o controle do percevejo-do-colmo *T. limbativentris*.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção dos óleos e hidrolatos

Folhas de *Baccharis semiserrata* DC (vassourinha-do-campo), *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf (capim-limão), *Cymbopogon martinii* (Roxb.) Watson (palma-rosa), *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle (capim-citronela), *Elionurus latiflorus* Nees (capim-limão-miúdo), *Eucalyptus citriodora* Hook (eucalipto-limão) e *Pimenta racemosa* (Mill.) Moore (pimentagim) foram coletadas nos cultivos experimentais da Estação Experimental da Epagri em Itajaí (EEI), SC, entre nove e onze horas, no mês de setembro de 2013. Após a desidratação em local sombreado, por 24 horas, amostras de 250g de cada material foram retiradas para o processamento.

¹ Eng. agr., Universidade do Sul de Santa Catarina/Laboratório de Entomologia (LECAU), rafael.panato@unisol.br.

² Eng. agr., Dr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, C.P. 277, 88301-970 Itajaí, SC, e-mail: hickel@epagri.sc.gov.br.

³ Eng. agr., Doutoranda., Universidade do Sul de Santa Catarina/Laboratório de Entomologia (LECAU), C.P. 370, 88704-900 Tubarão, SC e-mail: patricia.farias@unisol.br.

Os óleos essenciais foram extraídos por arraste de vapor de água (hidrodestilação), em balão volumétrico sobre manta aquecida, conectado a um “cleverger” e a um condensador para resfriamento do vapor e posterior separação do óleo e do hidrolato. Após a obtenção, os óleos e hidrolatos foram armazenados em frascos âmbar e conservados em refrigerador até o momento dos testes para verificar a ação inseticida.

Obtenção dos insetos

Os insetos foram obtidos de populações naturais hibernantes em touceiras de capim-citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt), cultivado ao lado de quadra de arroz irrigado na EEI, em agosto de 2013.

Em laboratório, grupos de cinco indivíduos foram acondicionados em caixas gerbox forradas com papel filtro umedecido e alimentados com talos de azevém, que foram substituídos a cada três dias. A água foi fornecida em chumaço de algodão sobre uma tampa plástica de frasco drágea. As caixas foram colocadas em estufa BOD com 12h de fotofase, temperatura de $28 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $70 \pm 5\%$ de umidade relativa.

Bioensaios de avaliação da ação inseticida

No primeiro bioensaio, os tratamentos consistiram de soluções a 0,2% em água destilada de óleo essencial e respectivos hidrolatos de *B. semiserrata* e *E. latiflorus*, mais a testemunha. Foram utilizados 150 indivíduos de ambos os sexos em seis repetições por tratamento.

No segundo bioensaio, os tratamentos consistiram de soluções a 0,5% em água destilada de óleo essencial de *C. citratus*, *C. martinii*, *C. nardus*, *E. citriodora* e *P. racemosa*, mais a testemunha. Foram utilizados igualmente 150 indivíduos de ambos os sexos, porém em cinco repetições por tratamento.

Procedimentos experimentais gerais

No preparo das soluções oleosas em água destilada, foi adicionado o monoleato de sorbitano polioxietileno (Tween 80 PS), como surfactante, na proporção de 1:1 (v/v). Água destilada com Tween a 0,5% foi adotada como tratamento testemunha. Todas as soluções foram aplicadas topicamente no dorso dos insetos, com micropipeta, na razão de 2μL por indivíduo.

Os bioensaios foram realizados, em delineamento completamente casualizado, sendo a unidade experimental uma caixa gerbox com cinco indivíduos. O número de insetos mortos foi avaliado às 3, 6, 24 e 48h e aos 5 e 7 dias após a aplicação dos tratamentos. Em cada uma dessas oportunidades, também foi observado algum comportamento anormal, que denotasse efeito do tratamento.

O número de insetos mortos foi transformado para $(x + 0,5)^{0,5}$ e submetido à análise de variância e, caso constatada a significância estatística, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Duncan ao nível de 5% de probabilidade, sendo as taxas de mortalidade corrigidas pela fórmula de Abbott⁴.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito dos tratamentos na mortalidade do percevejo-do-colmo, tanto no primeiro ($F = 0,39$; $p = 0,9835$) como no segundo ensaio ($F = 0,34$; $p = 0,9968$). Também não houve efeito comportamental notável nos insetos. Ou seja, os óleos e hidrolatos de *B. semiserrata* e *E. latiflorus*, em solução a 0,2%, e os óleos de *C. citratus*, *C. martinii*, *C. nardus*, *E. citriodora* e *P. racemosa*, todos em solução a 0,5%, não foram tóxicos para adultos do percevejo-do-colmo.

A seleção dessas plantas bioativas para os bioensaios residuiu no fato de as

⁴ Controle (%) = $(1 - (nT / nC)) \times 100$

onde: nT – número de indivíduos na parcela tratada e nC – número de indivíduos na parcela testemunha - <http://www.ehabsoft.com/ldpline/onlinecontrol.htm>.

mesmas serem referenciadas com alguma ação inseticida, quer na literatura especializada ou na experiência empírica popular.

Embora contrariando a hipótese de que os óleos e hidrolatos desses vegetais causariam a morte dos insetos, este era um resultado possível neste tipo de prospecção, em que pouco se conhece dos possíveis efeitos destes produtos em outros alvos. Além disso, os compostos foram testados apenas sobre insetos adultos hibernantes.

A ausência de efeito letal também é um resultado a ser considerado, pois norteia novos estudos prospectivos do controle de pragas com plantas bioativas. Panato et al. (2013) também não observaram efeito inseticida do extrato aquoso de cinamomo sobre o percevejo-do-colmo. Hickel et al. (2011) constataram que os óleos e hidrolatos de eucalipto, melaleuca e aroeira-da-praia e o extrato de confei, não apresentaram toxicidade para adultos do percevejo-do-grão, *Oebalus poecilus* (Dallas). Já Wiest et al. (2013), trabalhando com *Spodoptera frugiperda* (Smith), obtiveram apenas efeito subletal para o hidrolato de losna, sendo o hidrolato de capim-limão inócuo ao inseto.

Almeida et al. (2005), testando o controle de *Sitophilus zeamais* Mots. com extratos hidroalcoólicos de sete espécies vegetais, não selecionaram o eucalipto para novos testes, devido a resultados inferiores comparativamente. Pereira et al. (2008) só obtiveram efeito inseticida do óleo essencial de melaleuca nas duas maiores dosagens testadas. Assim, além do composto em teste, a dose a que são submetidos os insetos também é fator importante nos estudos de controle. No presente trabalho, as doses foram fixadas em 0,2 e 0,5% por serem doses praticáveis em condições de campo, para uma eventual prospecção do controle do percevejo-do-colmo em lavoura de arroz irrigado.

Desta forma, sugere-se que novos estudos sejam realizados, envolvendo as demais fases de desenvolvimento de *T. limbativentris* e com outras concentrações dos compostos.

CONCLUSÃO

Os óleos e hidrolatos de *B. semiserrata* (vassourinha-do-campo) e *E. latiflorus* (capim-limão-miúdo), em solução a 0,2%, e os óleos de *C. citratus* (capim-limão), *C. martinii* (palma-rosa), *C. nardus* (capim-citronela), *E. citriodora* (eucalipto-limão) e *P. racemosa* (pimenta-gim), todos em solução a 0,5%, não são tóxicos para adultos do percevejo-do-colmo.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina - Fapesc (processo 6946/2011-9) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (processo 562451/2010-2), pelo suporte financeiro ao desenvolvimento da pesquisa. Ao Quím. Fabiano Bertoldi (Epagri), pelo apoio na extração dos óleos essenciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.A.C.; PESSOA, E.B.; GOMES, J.P. et al. Emprego de extratos vegetais no controle das fases imatura e adulta do *Sitophilus zeamais*. **Agropecuária Técnica**, v.26, p.46-53, 2005.
- BERLITZ, L.D.; SEBBEN, A.; OLIVEIRA, J.V. et al. Toxicidade do extrato aquoso de *Melia azedarach* para *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4., 2005, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Orium, 2005. p.126-128.
- BORA, D.; KHANIKOR, B.; GOGOI, H. Plant based pesticides: green environment with special reference to silk worms. In: SOUNDARARAJAN, R.P. **Pesticides: advances in chemical and botanical pesticides**. s.l.: InTech, 2012. p.171-206.
- FERREIRA, E.; ZIMMERMANN, F.J.P.; SANTOS, A.B.; et al. **O percevejo-do-colmo na cultura do arroz**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1997. 43p. (Embrapa-CNPAP. Documento, 75).
- HICKEL, E.R.; SCHEUERMANN, K.K.; REBELO, A.M. Prospecção de óleos e extratos de plantas bioativas para o controle de pragas do arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7., 2011, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: Epagri/Sosbaf, 2011. p.639-642.

INSETOS e outros fitófagos. In: REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 30., 2014, Bento Gonçalves. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Santa Maria: Sosbai, 2014. p.119-133.

KNAAK, N.; WIESTR, S.L.F.; FIUZA, L.M. Bioatividade dos hidrolatos de *Artemisia absinthium*, *Malva* sp. e *Tanacetum vulgare*, no controle de *Spodoptera frugiperda*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7., 2011, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: Epagri/Sosbai, 2011. p.688-690.

MARTINS, J.F.S.; BARRIGOSI, J.A.F.; OLIVEIRA, J.V.; et al. **Situação do manejo integrado de insetos-praga na cultura do arroz no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 40p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 290).

PANATO, R.D.; FARIAS, P.M.; BIACHINI, R.F. Prospecção do controle de *Tibraca limbativentris* Stal 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) com extrato de cinamomo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM/Sosbai, 2013. p.676-679.

PEREIRA, A.C.R.L.; OLIVEIRA, J.V.; GONDIM Jr., M.V.C; et al. Atividade inseticida de óleos essenciais e fixos sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 3, p. 717-724, 2008.

TAGLIARI, M.S; KNAAK, N.; OLIVEIRA, J.V. et al. Potencial inseticida de extratos de plantas medicinais à lagarta-militar, *Spodoptera frugiperda* (Lep., Noctuidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3., 2003, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: Epagri, 2003. p.369-371.

WIEST, S.L.F.; KNAAK, N.; QUADROS, M.R.; et al. Efeito subletal dos hidrolatos de *Artemisia absinthium* e *Cymbopogon citratus* em *Spodoptera frugiperda*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM/Sosbai, 2013. p.691-694.

SEÇÃO 5 - MANEJO DE PLANTAS DANINHAS

ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS DE *Eragrostis pilosa* (L.) P. Beauv. SUBMETIDA A DIFERENTES CONDIÇÕES DE UMIDADE DO SOLO

Bruno Wolffebüttel Carlotto¹; Sylvio Henrique Bidel Dornelles²; Nilton Teixeira Pedrollo³; Jaíne Rubert³; Paola Buffon³

Palavras-chave: Capim barbicha-de-alemão, morfologia, irrigação, adaptação.

INTRODUÇÃO

No Rio Grande do Sul (RS) ocorrem aproximadamente 110 gêneros da família Poaceae (BOLDRINI et al., 2005), dentre estes está o gênero *Eragrostis*, com espécies de importância como forrageiras, ornamentais e invasoras. O gênero *Eragrostis* possui espécies anuais e perenes, exóticas e nativas, com centro de origem no sul da África, e presentes em várias regiões do Estado (REIS & COELHO, 2000). Entre os 153 táxons referidos para o Brasil, 51 ocorrem no Estado (BOECHAT, 1998). São espécies comuns em áreas de coxilhas e também têm sido encontradas infestando solos de terras baixas, onde normalmente se cultiva arroz irrigado (COSTA et al., 2013). Estas espécies apresentam capacidade de adaptação a diferentes ambientes, principalmente com relação ao regime hídrico, uma vez que são plantas com características versáteis e com variabilidade biológica adaptando-se às pressões impostas pelo meio em que se encontram.

Destaca-se como invasora de áreas arrozeiras a espécie *Eragrostis pilosa*, conhecida popularmente como capim barbicha-de-alemão. É uma planta anual que apresenta reprodução por sementes. Geralmente encontrada em solos francos ou argilosos, úmidos e perturbados. Sua inflorescência é característica marcante para diferenciação de outras espécies do gênero, apresentando cor acinzentada ou avermelhada (KISSMANN, 1997). O capim barbicha-de-alemão é uma planta daninha em quase todo o território brasileiro, infestando culturas anuais e perenes. Geralmente a introdução da espécie se inicia em locais de trânsito entre áreas e posteriormente adentra locais de cultivo promovendo competição com a cultura (LORENZI, 2000).

Devido à importância socioeconômica da cultura do arroz e a competição pela introdução de plantas de *E. pilosa* nas lavouras, faz-se necessário o estudo do comportamento de plantas dessa espécie em ambientes que simulam as áreas inundadas de produção de arroz, para que se possa entender o processo de adaptação das plantas neste tipo de ambiente e assim traçar estratégias para o controle destas.

Nesse contexto, este trabalho tem por objetivo avaliar as alterações morfológicas e o ciclo vegetativo das plantas de *Eragrostis pilosa* submetidas a diferentes condições de umidade do solo, simulando ambiente de coxilha e de várzea arrozeira.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no ano agrícola de 2014/2015 em casa de vegetação da Universidade Federal de Santa Maria.

Para a execução da análise da espécie *E. pilosa*, cariopses foram previamente coletadas e semeadas em vasos com capacidade para 7,5 litros, preenchidos com 6,0 kg de solo seco peneirado oriundo de área orizícola sistematizada (Unidade de Mapeamento São

¹ Mestrando em Agrobiologia, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Nossa S^{ra} Medianeira, 389, 202A, bruno.carloto@hotmail.com.

² Professor adjunto do departamento de biologia, Universidade Federal de Santa Maria.

³ Graduando do curso de agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.

Pedro, Argissolo vermelho, horizonte A). A semeadura foi realizada em 30 de dezembro de 2014, onde em cada vaso foram semeadas 5 cariopses, sendo que após a emergência, no dia 6 de janeiro, realizou-se o raleio das plantas permanecendo apenas uma planta por vaso. O processo foi realizado em 45 vasos, os quais foram divididos em três grupos/tratamentos de 15 vasos (repetições), onde o grupo 1 foi submetido a condição de 50% da capacidade de campo (CC) do solo para simular ambientes de terras altas (coxilha); o grupo 2 foi submetido a 100% da CC simulando ambientes de várzea e o grupo 3 foi submetido a uma condição de lâmina de água de 5 centímetros para simular o ambiente da lavoura arrozeira.

A uniformização de irrigação durante o ensaio foi realizada a partir do cálculo de umidade gravimétrica do solo conforme manual de métodos análises de solo (EMBRAPA, 1997). Determinou-se a massa seca real do solo contido no vaso e a quantidade de água necessária para atingir a CC de cada unidade experimental foi determinada por meio da metodologia de coluna úmida (FORSYTHE, 1975). Assim, conhecendo-se a massa dos vasos, massa do solo seco e a capacidade de campo do solo, foi possível determinar o volume de água necessário a ser adicionada nos vasos para se atingir o peso equivalente a 50% e 100% da capacidade de campo do ambiente experimental. As diferentes irrigações iniciaram-se no dia 21 de janeiro de 2015, ou seja, 15 dias após a emergência, e foram realizadas diariamente, onde, para se determinar a quantidade de água necessária cada dia em cada vaso, realizou-se a medição da massa de cada vaso, utilizando uma balança eletrônica marca ACS System com precisão de 5 gramas, adicionando água até atingir a massa total pré-determinada (vaso + solo seco + volume de água para atingir 100% e 50% da capacidade de campo).

Os parâmetros avaliados nas plantas submetidas a diferentes condições de umidade do solo foram o número de perfilhos, a altura de planta (cm) e a massa verde da parte aérea (g) ao final do ciclo vegetativo, bem como a duração do ciclo vegetativo (dias) definido pela emissão da primeira panícula. Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade e homogeneidade, e após submetidos à análise da variância. As médias foram comparadas entre si pelo teste de Duncan, em nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os dados médios para os parâmetros avaliados nas plantas de *E. pilosa* submetida a diferentes condições de umidade do solo.

Pode-se notar que para os tratamentos onde submeteu-se as plantas em condições de 50% da CC e 100% da CC não houve diferenças estatísticas, pelo teste de Duncan ($p < 0,05$), para os parâmetros de número de perfilhos, altura de planta, massa verde da parte aérea e ciclo vegetativo. O tratamento lâmina d'água promoveu redução estatisticamente significativa, segundo teste de Duncan ($p < 0,05$), para os parâmetros número de perfilhos, altura de planta e massa verde da parte aérea. Já para o parâmetro de ciclo vegetativo houve um incremento provocado pelo tratamento lâmina d'água. Evidenciando, assim, que houve influência do conteúdo de água no solo no desenvolvimento das plantas de *E. pilosa*.

Tabela 1. Resultados médios das alterações morfológicas das plantas de *Eragrostis pilosa* em diferentes condições de umidade do solo para os parâmetros de número de perfilhos, altura de planta, massa verde da parte aérea (PA) e o número de dias para o ciclo vegetativo em dias. Santa Maria, 2015.

Tratamentos	Nº de perfilhos	Altura de planta	Massa verde PA (g)	Ciclo vegetativo
1. 50% CC	41,20a ¹	44,80a	299,67 ^a	50,00b
2. 100% CC	36,90a	45,08a	301,61 ^a	51,40b
3. Lâmina d'água	11,73b	37,84b	208,29b	57,47a
CV (%)	31,02	52,00	3,98	6,97

¹ Resultados seguidos das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Segundo Reichardt (1996), a quantidade de água disponível no solo, falta ou excesso, promove influência de maneira decisiva na produção vegetal, afetando os processos de absorção dos nutrientes e da própria água e, consequentemente refletindo no desenvolvimento das plantas. Estratégias adaptativas para a utilização da água disponível no ambiente e suas variações (estações secas e chuvosas) podem refletir em alterações nos processos fisiológicos, sofrendo influência no desenvolvimento e crescimento das plantas (TAIS & ZEIGER, 2013). Com isso, pode-se inferir que ambientes com lâmina d'água, como é o caso da lavoura orizícola, não são favoráveis ao desenvolvimento de *E. pilosa*.

O ciclo de uma planta está diretamente ligado ao genótipo da mesma, porém o fenótipo pode interferir sobre essa variável principalmente quando há uma alta variabilidade genética (BORÉM & MIRANDA, 2009). O aumento no período vegetativo (Tabela 1) pode estar ligado à condição não favorável em que se encontram as plantas. Entretanto as plantas completaram o ciclo vegetativo e entraram em ciclo reprodutivo com a emissão das panículas, o que confere adaptabilidade dessa espécie ao ambiente de produção de arroz e assim a competição com a cultura.

Santos & Carlesso (1998) relatam que o menor conteúdo de água no solo afeta acentuadamente alguns processos morfofisiológicos. O desenvolvimento das plantas é, em grande parte, reflexo do meio onde se encontram através dos fatores de luminosidade, temperatura, umidade e fertilidade (HUNT, 1990).

CONCLUSÃO

Os resultados demonstram que as condições de umidade do solo influenciaram na morfologia das plantas de *Eragrostis pilosa*, onde o tratamento com lâmina d'água promoveu redução do perfilhamento, da altura de plantas e da massa verde da parte aérea. O mesmo tratamento promoveu aumento em número de dias do período vegetativo da espécie quando comparado aos tratamentos com 50% e 100% da capacidade de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOLDRINI, I.L.; LONGHI-WAGNER, H.M.; BOECHAT,S.D. **Morfologia e taxonomia de gramineas Sul-Riograndenses**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p. 45-47, 2005.
- BOECHAT, S.C. As espécies do gênero *Eragrostis* Wolf (Poaceae) no Brasil. 1998. 478 f. Tese (Doutorado em Botânica) Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1998.
- BORÉM, A e MIRANDA, G.V. **Melhoramento de Plantas**. 5º Edição, Editora UFV, 529 p. 2009.
- COSTA et. al. Efeito do herbicida Metamifop no controle de *Eragrostis lugens* em Arroz Irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7., 2013. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, p. 399-402. 2013.
- CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A., GODOY, C. V. SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, 1(2):18-24. 2001.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, 1997.
- FORSYTHE, W. **Física de solos: Manual de Laboratório**. Instituto interamericano de ciência agrícola, San José, Costa Rica, 212p. 1975.
- HUNT, R. **Basic growth analysis: plant growth analysis for beginners**. London: Unwin Hyman, 112p. 1990.
- KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: Basf Brasileira. 2. ed. 1997.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3.ed. Nova Odessa: Plantarum, 624 p. 2000.

REICHARDT, K. **Dinâmica da matéria e da energia em ecossistemas**. Piracicaba: USP/ESALQ, Depto. Física e Meteorologia, 513p. 1996.

REIS, J.C.L.; COELHO, R.W. Controle do capim-annoni-2 em campos naturais e pastagens. Pelotas: Embrapa Clima Temperado (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 22), Biblioteca(s): Área de Informação da Sede; Embrapa Clima Temperado. 21p. 2000.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit Hídrico e os Processos Morfológico e Fisiológico das Plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, V.2, n.3, Campina Grande/PB. DEAg/UFPB. p. 287-294, 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. [tradução: Armando Molina Divan Junior...et al.]; revisão técnica: Paulo Luiz de Oliveira. – 5 ed. – Porto Alegre: Artmed, Xxxiv, 918 p. 2013.

ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS E FENOLÓGICAS DE *Eragrostis plana* Nees SUBMETIDA A DIFERENTES CONDIÇÕES DE UMIDADE DO SOLO

Bruno Wolffenbüttel Carlotto¹; Sylvio Henrique Bidel Dornelles²; Nilton Teixeira Pedrollo³; Jaíne Rubert³; Paola Buffon³

Palavras-chave: Capim-anonni-2, morfologia, irrigação, adaptabilidade, invasividade.

INTRODUÇÃO

O intenso distúrbio antrópico realizado nas áreas de cultivo de arroz irrigado, bem como a fragmentação, degradação e simplificação do ambiente (PIMENTEL et al., 2005), a desestruturação ou não utilização de cobertura do solo (BARRETT, 2000; RADOSEVICH et al., 2003), cultivo com inundações (NAYLOR, 2000) durante o ciclo da cultura e drenagem durante a entressafra das áreas de terras baixas tornam o sistema recipiente mais vulnerável à entrada de espécies invasoras que podem se adaptar e promover prejuízos para a cultura.

Plantas capazes de se desenvolver em ambientes que não sejam o de sua origem, gerando grande número de descendentes e dispersando-se a grandes distâncias, são denominadas plantas invasoras (MAGNUSSON, 2006). Essas plantas são capazes de perturbar a estrutura do ecossistema invadido, caracterizando uma invasão biológica. A invasão biológica, atualmente é tratada como a principal ameaça à biodiversidade do planeta (SCHNEIDER, 2007).

Algumas espécies de gramíneas africanas introduzidas propositalmente ou acidentalmente no Rio Grande do Sul tornam-se fortes competidoras tendo em vista que encontram ambiente favorável ao seu desenvolvimento. Não obstante, além de afetarem as populações nativas por competição, são capazes de modificar a estrutura do ecossistema (FREITAS & PIVELLO, 2006). Em meio às gramíneas invasoras, destacam-se as plantas do gênero *Eragrostis*, sendo mais conhecida a espécie *Eragrostis plana* (Capim-anonni-2), considerada a invasora mais agressiva dos campos do RS (MEDEIROS et al., 2004). Segundo apontam Boldrini et al. (2005) estas plantas apresentam alta prolificidade, rusticidade e capacidade de adaptar-se em solos pobres, o que confere rápida naturalização e comportamento invasivo ao *E. plana*.

Essa espécie merece destaque, pois tem sido constatada a ocorrência em solos úmidos e alagados, podendo assim se constituir em planta daninha potencial no cultivo do arroz irrigado, mesmo sendo uma planta típica de terras altas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento fenotípico de acesso de *E. plana* submetido a diferentes condições de umidade do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação localizada junto ao Setor de Botânica do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Santa Maria.

Para a execução da análise fenológica dos acessos, cariopses que foram previamente coletadas, foram postas para germinação em vasos com capacidade para 7,5 litros, preenchidos com 6,0 kg de solo seco peneirado, oriundo de área orizícola sistematizada (Unidade de Mapeamento São Pedro, Argissolo vermelho, horizonte A). A semeadura foi

¹ Mestrando em Agrobiologia, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Nossa Srª Medianeira, 389, 202A, bruno.carloto@hotmail.com.

² Professor adjunto do departamento de biologia, Universidade Federal de Santa Maria.

³ Graduando do curso de agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.

realizada em 30 de dezembro de 2014, quando em cada vaso foram semeadas 5 cariopses, sendo que após a emergência, ocorrida em 06 de janeiro de 2015, realizou-se o raleio das plantas, permanecendo apenas uma planta por vaso. Foram semeados 45 vasos, os quais foram divididos em três grupos/tratamentos de 15 (repetições), onde o grupo 1 foi submetido a condição de 50% da capacidade de campo (CC) do solo para simular ambientes de coxilha, o grupo 2 foi submetido a 100% da CC simulando ambientes de várzea e o grupo 3 foi submetido a uma condição de lâmina de água de 5 centímetros para simular o ambiente da lavoura orizícola.

A uniformização de irrigação durante o ensaio foi realizada a partir do cálculo de umidade gravimétrica do solo conforme manual de métodos análises de solo (EMBRAPA, 1997). Determinou-se a massa seca real do solo contido no vaso e, a quantidade de água necessária para cada unidade experimental foi determinada por meio da metodologia de coluna úmida (FORSYTHE, 1975). Assim, conhecendo-se a massa dos vasos, massa do solo seco e a capacidade de campo do solo, foi possível determinar a quantidade de água necessária a ser adicionada nos vasos para se atingir o peso equivalente a 50% e 100% da capacidade de campo do ambiente experimental. As diferentes irrigações iniciaram-se no dia 21 de janeiro de 2015, ou seja, 15 dias após a emergência, e foram realizadas diariamente, onde, para se determinar a quantidade de água necessária cada dia em cada vaso, realizou-se a medição da massa de cada vaso, utilizando-se uma balança eletrônica marca ACS System Eletronic Scale com precisão de 5 gramas, adicionando-se água até atingir a massa total pré-determinada (vaso + solo seco + volume de água para atingir 100% e 50% da capacidade de campo).

Os parâmetros avaliados nas plantas submetidas a diferentes condições de umidade do solo foram o número de perfilhos, a altura de planta (cm) e a massa verde da parte aérea (g) ao final do ciclo vegetativo, bem como a duração do ciclo vegetativo (dias) definido pela emissão da primeira panícula. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas entre si pelo teste de Duncan, em nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela Tabela 1 pode-se notar que as plantas de *E. plana* sofreram influência das condições de umidade do solo em seu desenvolvimento. Nota-se que o número de perfilhos foi afetado pela umidade do solo, sendo estatisticamente ($p < 0,05$) diferente entre os tratamentos. Observa-se que este parâmetro foi reduzido à medida que aumentou-se à condição de umidade do solo, sendo o menor número de perfilhos obtido na condição de lâmina de água. Em condições de hipoxia, há fechamento estomático influenciando negativamente na fotossíntese (MEDRI et al., 2007). Como consequência há redução no perfilhamento de gramíneas não adaptadas a estes ambientes anaeróbicos, bem como na altura de plantas (HOSSAIN & UDDIN, 2011).

Tabela 1. Resultados médios do comportamento fenotípico de *Eragrostis plana* em diferentes condições de umidade do solo para os parâmetros de número de perfilhos, altura de planta e massa verde da parte aérea (PA). Santa Maria, 2015.

Tratamentos	Nº de perfilhos	Altura de planta (cm)	Massa verde PA (g)
1. 50% CC	113,40a ¹	51,02a	319,36a
2. 100% CC	62,20b	52,29a	300,29ab
3. Lâmina de água	40,53c	25,14b	271,66b
CV	16,13	52,00	8,79

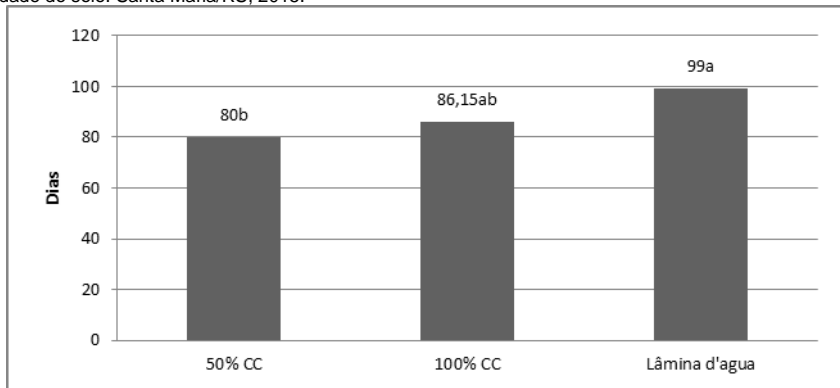
¹ Resultados seguidos das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro.

O parâmetro de massa verde da parte aérea apresentou redução significativa pelo teste

de Duncan ($p < 0,05$) entre os tratamentos 50% da CC e lâmina de água. Essa espécie possui capacidade de colonizar preferencialmente solos secos de terras altas degradadas pelo cultivo e pastoreio intenso, ou seja, ambientes com alto grau de distúrbios e perturbação ambiental (MEDEIROS; FOCHT, 2007). Provavelmente essa característica adaptativa conferiu a sobrevivência das plantas mesmo no tratamento com lâmina de água onde não há oxigênio na rizosfera das plantas (anoxia).

O Gráfico 1 apresenta o período vegetativo das plantas de *E. plana* submetidas aos diferentes tratamentos de umidade do solo.

Gráfico 1 - Ciclo vegetativo (em dias) das plantas de *Eragrostis plana* em diferentes condições de umidade do solo. Santa Maria/RS, 2015.



* Resultados seguidos das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A análise do Gráfico 1 mostra que houve influência da quantidade de água no solo aumentando o número de dias do período vegetativo das plantas, resultado significativamente diferente pelo teste de Duncan ($p < 0,05$) do tratamento 50% da CC. Segundo Boldrini et al. (2005) a variabilidade genética e a versatilidade biológica adaptativa apresentada pelas plantas da família Poaceae permitem que as espécies se adaptem às pressões impostas pelo ambiente em que se encontram. Além disso, Tais & Zeiger (2013) relatam que as plantas apresentam estratégias adaptativas para a utilização da água disponível no ambiente e suas variações (estações secas e chuvosas) o que pode refletir em alterações nos processos fisiológicos, influenciando no desenvolvimento e crescimento das plantas. Macedo (2015) avaliando diferentes umidades do solo e sua influência no ciclo biológico de *Urochloa plantaginea* e *Urochloa platyphylla* encontrou reduções no número de dias para o florescimento nestas espécies quando comparado à condição de 50% da capacidade de campo. Isto demonstra que cada espécie pode responder diferentemente às condições ambientais, conforme maior ou menor adaptação à hipoxia.

CONCLUSÃO

Os resultados demonstram que o aumento da umidade do solo influenciou no desenvolvimento e crescimento das plantas de *Eragrostis plana* avaliadas. A condição de lâmina de água de 5 centímetros proporcionou maior período vegetativo, menor perfilhamento, menor estatura de plantas e menor massa verde da parte aérea de plantas, indicando a importância do manejo da água dentro de um manejo integrado para o controle das plantas daninhas. No entanto nota-se a capacidade adaptativa da espécie que mesmo em ambientes desfavoráveis completou o ciclo vegetativo entrado em ciclo reprodutivo com

a emissão de panículas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRETT, S. C. H. Microevolutionary influences of global changes on plant invasions. In: MOONEY, Harold A.; HOBBS, Richard J. (Ed.). **Invasive in a changing world**. Washinton: Island Press, P. 115-139. 2000.
- BOLDRINI, I.L.; LONGHI-WAGNER, H.M.; BOECHAT, S.D. **Morfologia e taxonomia de gramíneas Sul-Riograndenses**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p. 45-47, 2005.
- CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A., GODOY, C. V. SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, 1(2):18-24. 2001.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, 1997.
- FORSYTHE, W. **Física de suelos: Manual de Laboratório**. Instituto interamericano de ciência agrícola, San José, Costa Rica, 212p, 1975.
- FREITAS, G. K.; PIVELLO, V. A. Ameaça das Gramíneas Exóticas à Biodiversidade. In: PIVELLO, V. R.; VARANDA, E. M. (ORG). **O Cerrado Pé-de-Gigante** (Parque Estadual de Vassununga, São Paulo). São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, p. 283-296, 2006.
- HOSSAIN, Md. A.; UDDIN, S. N. Mechanisms of waterlogging tolerance in wheat: Morphological and metabolic adaptations under hypoxia or anoxia. **Australian Journal of Crop Science** 5 (9): 1094-1101. 2011.
- MAGNUSSON, W. E. Homogenização biótica. In: ROCHA, Carlos Frederico Duarte; BERGALLO, Helena Godoy; SLUYS, Monique van; ALVES, Maria Alice Santos (Ed.) **Biologia da conservação: essências**. São Carlos: Rima, p. 211-229. 2006.
- MACEDO, L. C. P. de - Alterações morfológicas em plantas do gênero *Urochloa* P. Beauv. submetidas a três condições de umidade do solo. UFSM. Santa Maria. 2015. (**Dissertação de Mestrado**) PPGArobiologia. Santa Maria. 2015.
- MEDEIROS, R.B; FOCHT, T. Invasão, prevenção, controle e utilização do capim-annoni-2 (*Eragrostis plana* Ness) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 13, n. 1, p. 105-114, 2007.
- MEDEIROS, R. B.; PILLAR, V. P.; REIS, J. C. R. Expansão de *Eragrostis plana* Ness. (capim-annoni) no Rio Grande do Sul e indicativos de controle. In: REUNIÓN DEL GRUPO TÉCNICO REGIONAL DEL CONO SUR EM MEJORAMIENTO Y UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS FORRAJEROS DEL ÁREA TROPICAL Y SUBTROPICAL GRUPO CAMPOS, 30., 2004, Salto. **Anais...** Salto: Universidad de la Republica, p. 211-212, 2004.
- MEDRI, M. E. *et al.* Alterações morfoanatômicas em plantas de *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. submetidas ao alagamento. **Acta Scientiarum Biological Sciences** 29 (1): 15-22. 2007.
- NAYLOR, R. L. The economics of alien species invasions. In: MOONEY, H. A.; HOBBS, R. J. (Ed.). **Invasive species in a changing world**. Washington: Island Press, p. 241-259. 2000.
- PIMENTEL, D.; ZUNIGA, R.; MORRISON, D. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. **Ecological economics**, Amsterdam, Netherlands, v. 52, p. 273-288, 2005.
- RADOSEVICH, S. R.; STUBBS, M. M.; GHERSA, C. M. Plant invasions – process and patterns. **Weed Science**, Lawrence, U.S.A., v. 51, p. 254-259, 2003.
- SCHNEIDER, A. A. A flora naturalizada no estado do Rio Grande do Sul, Brasil: herbáceas subespontâneas. **Biociências**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 257-268, 2007.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. [tradução: Armando Molina Divan Junior...et al.];

revisão técnica: Paulo Luiz de Oliveira. – 5 ed. – Porto Alegre: Artmed, Xxxiv, 918 p. 2013.

ANTAGONISMO É O EFEITO PREDOMINANTE EM MISTURAS DE HERBICIDAS APLICADOS EM PÓS-EMERGÊNCIA PARA O CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM ARROZ

Felipe de O. Matzenbacher¹; Augusto Kalsing¹; Giliardi Dalazen²; Catarine Markus²; Aldo Merotto Jr³

Palavras-chave: antagonismo, arroz irrigado, interação, sinergismo

INTRODUÇÃO

A resistência de biótipos de capim-arroz a herbicidas já foi relatada em vários locais do mundo (Heap, 2015). Nas lavouras de arroz irrigado do Sul do Brasil, o uso frequente de herbicidas inibidores da enzima ALS proporcionou a evolução de biótipos de capim-arroz resistentes a herbicidas desse mecanismo de ação, tornando-os ineficientes ao controle dessas plantas daninhas (Matzenbacher et al., 2014). No entanto, esses herbicidas são ferramentas de grande importância para controle de outras espécies associadas ao cultivo do arroz, principalmente no controle de arroz-vermelho, o que justifica as associações de herbicidas inibidores de ALS com herbicidas de outros mecanismos de ação para controlar plantas daninhas nessa cultura.

A mudança no mecanismo de ação entre anos agrícolas ou a associação de diferentes herbicidas na mesma estação de crescimento estão entre as principais alternativas para prevenir a ocorrência da resistência e eliminar os biótipos resistentes de plantas daninhas (Merotto Jr., 2009). Essa última alternativa aumenta o espectro de controle e previne o surgimento de plantas daninhas resistentes. Porém, a mistura de diferentes herbicidas pode apresentar efeitos aditivos, sinérgicos ou antagônicos (Hatzios e Penner, 1985; Kruse et al., 2001).

A utilização de misturas é comumente realizada pelos orizicultores para controle de plantas daninhas, muitas vezes sem a recomendação adequada em relação aos herbicidas e doses a serem utilizados. No entanto, o conhecimento do efeito da associação dos herbicidas é fundamental, uma vez que misturas de herbicidas que interagem antagonicamente podem ocasionar controle ineficiente, necessidade de reaplicação, aumento do custo de produção e redução do potencial produtivo da cultura. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da associação de diferentes herbicidas utilizados na cultura do arroz irrigado no Brasil de forma a estabelecer opções de combinações de herbicidas que possam ser utilizadas na prevenção e manejo da resistência de capim-arroz na cultura do arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

A avaliação da associação de herbicidas utilizados na cultura do arroz irrigado foi realizada através da realização de três experimentos em condições de campo. O primeiro experimento foi realizado no município de Palmares do Sul, RS em área infestada com biótipo capim-arroz resistente a imidazolinonas (Matzenbacher et al. 2013). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos utilizados foram os herbicidas quinclorac, profoxydim, imazapyr + imazapic, fenoxaprop-P-ethyl, clomazone e bispyribac-sodium, isolados e em misturas, em doses correspondentes às recomendadas pelos fabricantes para o controle de capim arroz. A semeadura do arroz

¹ Pesquisador do Instituto Riograndense de Arroz Irrigado, Cachoeirinha, RS, (felipematzenbacher@gmail.com)

² Aluno de doutorado, PPG Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, Brasil.

³ Professor, Departamento de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia. UFRGS. Porto Alegre, RS.

(cultivar Puitá Inta CL) foi realizada no dia cinco de novembro de 2010, na densidade de 100 kg de sementes ha⁻¹. O segundo experimento foi realizado com capim-arroz suscetível a imidazolinonas, com fracionamento de doses, na Estação Experimental do Arroz, no Instituto Riograndense do Arroz (EEA-IRGA), em Cachoeirinha, RS. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos utilizados foram clomazone, propanil + thiobencarb, imazethapyr + imazapic, imazapyr + imazapic e profoxydim. As doses testadas corresponderam a 50 ou 75% da dose máxima registrada pelo fabricante. A semeadura do arroz foi realizada no dia oito de outubro de 2013, com densidade de 80 kg ha⁻¹ de sementes da cultivar IRGA 428, que é resistente aos herbicidas do grupo das imidazolinonas. O terceiro experimento foi realizado com capim-arroz suscetível a imidazolinonas, na EEA-IRGA, em Cachoeirinha, RS. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos utilizados foram profoxydim, cyhalofop-butyl, imazapyr + imazapic, penoxsulam, bispyribac-sodium, quinclorac, propanil + thiobencarb e clomazone isolados e em misturas. As doses testadas corresponderam a 50% da dose máxima registrada pelo fabricante, com o objetivo de potencializar a visualização dos efeitos de interação entre os herbicidas. A semeadura do arroz foi realizada no dia cinco de novembro de 2013, com densidade de 100 kg ha⁻¹ de sementes da cultivar IRGA 428. As unidades experimentais corresponderam a parcelas com 6,5 x 2,0 m, alocadas na mesma área descrita no item anterior.

Nos três experimentos, a semeadura ocorreu em linha com espaçamento de 0,17 m. No primeiro experimento, a adubação de base foi realizada na semeadura da cultura, por meio da distribuição em linha de 250 kg ha⁻¹ da formulação 00-20-30 de N-P-K, o que proporcionou 50 kg P₂O₅ e 75 kg de K₂O ha⁻¹. A irrigação por inundação foi realizada de 3 a 5 dias após a aspersão dos herbicidas. O controle de doenças e pragas foi realizado de forma preventiva com uso de inseticidas e fungicidas registrados para a cultura do arroz. A aplicação dos herbicidas em ambos os experimentos foi realizada com pulverizador costal pressurizado à CO₂, com pontas do tipo leque 80.01, calibrado para volume de calda de 100 L ha⁻¹. A aplicação ocorreu quando as plantas de capim-arroz estavam com três a quatro folhas. Nos momentos das aplicações, a temperatura e umidade relativa do ar variaram de 20 a 26°C e 65 a 75 %, respectivamente.

As avaliações de controle de plantas de capim-arroz foram realizadas em escala visual, de acordo com o método de EWRC (1964), onde 0% corresponde a nenhum efeito e 100% corresponde à morte das plantas. No primeiro experimento, com capim-arroz resistente a imidazolinonas, as avaliações foram realizadas aos 11, 28 e 45 DAT (dias após o tratamento). No segundo experimento, com fracionamento de doses, as avaliações foram aos 5, 10 e 20 DAT. No terceiro, utilizando 50% da dose comercial, as avaliações foram aos 7, 14, 21 e 28 DAT. Em ambos os experimentos, todas as notas de controle foram a média de dois avaliadores. O rendimento de grãos do foi quantificado após colheita manual, em uma área útil de 1,7 m². Os valores foram corrigidos para 13% de umidade e extrapolados para kg ha⁻¹.

A análise do efeito das interações entre os herbicidas foi realizada pelo método de Colby (1967) e comparadas pelo teste *t*. Nesse método, o efeito das misturas é avaliado pela equação: $E = Y_1 + Y_2(100 - Y_1)/100$, onde E representa o valor esperado com a associação dos herbicidas e Y₁ e Y₂ os efeitos isolados observados dos herbicidas. Os dados de rendimento de grãos foram submetidos à ANOVA e, havendo significância no teste F, foram submetidos à comparação de médias pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ocorrência de efeito aditivo, sinérgico e antagônico foi identificada em 18, 18 e 64 %, respectivamente, dentre um total de 50 diferentes associações de herbicidas e doses avaliadas. Em geral, a aplicação de inibidores de ALS com inibidores de ACCase reduziu o controle de capim-arroz comparada com aplicações isoladas dos herbicidas (tabela 1). Na

maioria das avaliações, as misturas de fenoxaprop-P-ethyl com imazethapyr + imazapic, imazapyr + imazapic e bispyribac-sodium resultaram em antagonismo, com redução significativa no controle de capim-arroz resistente aos herbicidas inibidores da ALS (tabela 1). Em biótipos suscetíveis, imazapyr + imazapic associados com profoxydim resultou em efeito antagonônico, independentemente da dose avaliada (dados não apresentados). Nas avaliações com 50% da dose dos herbicidas, as misturas de imazapyr + imazapic com profoxydim ou cyhalofop-butyl resultaram na redução do controle de capim-arroz suscetível aos inibidores da ALS (dados não apresentados). No mesmo experimento, bispyribac-sodium, outro herbicida inibidor da ALS, quando combinado com profoxydim, teve controle reduzido quando comparado ao efeito isolado de cada herbicida. Porém, as misturas de penoxsulam com profoxydim ou cyhalofop-butyl, e bispyribac-sodium com cyhalofop, resultaram em controle similar ao observado nos tratamentos em que os herbicidas foram aspergidos isoladamente, resultando em efeito aditivo.

Tabela 1- Avaliação da eficiência de controle de capim arroz (*Echinochloa crus-galli*) resistente aos herbicidas inibidores da enzima ALS e rendimento de grãos de arroz irrigado em resposta à aplicação de misturas de herbicidas aos 11, 28 e 45 DAT e efeito observado (Obs) e resposta esperada (Esp) pelo método de Colby. Palmares do Sul/RS, 2010/11.

Tratamentos	Dose (g ha ⁻¹)	11 DAT		28 DAT		45 DAT		Rendimento (kg ha ⁻¹)
		Obs.	Esp.	Obs.	Esp.	Obs.	Esp.	
Quinclorac + profoxydim	375 + 120	94	99*	85	99	85	99	4,055 ABC
Imazapyr + imazapic e profoxydim	105+35 + 150	91	95	75	93	90	92	5,404 AB
Imazapyr + imazapic + quinclorac	105+35 + 375	90	87*	96	96	96*	93	5,898 A
Fenoxaprop-P-ethyl + clomazone	89.7 + 400	88	94	91	88	88	84	3,474 BC
Fenoxaprop-P-ethyl + imazapyr+ imazapic	89.7 + 73.5 + 24.5	63	84*	55	84*	48	79*	3,498 BC
Fenoxaprop-P-ethyl +bispyribac-sodium	89.7 + 50	68	87	64	85*	51	76*	2,884 CD
Fenoxaprop-P-ethyl + imazethapyr + imazapic	89.7 + 75 + 25	45	82*	40	81*	39	76*	3,452 BC
Fenoxaprop-P-ethyl +penoxsulam	89.7 + 48	80	93	88	95	89	97*	4,020 ABC
Testemunha	-	-	-	-	-	-	-	2,094 D

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

O rendimento de grãos variou conforme a eficiência de controle de plantas daninhas resultante da ação dos tratamentos (tabela 1). Os maiores rendimentos de grãos foram observados no tratamento de imazapyr + imazapic em associação com quinclorac. Nesse, o sinergismo evidenciado promoveu maior controle de capim-arroz e, por consequência, menor interferência da planta daninha sobre a cultura. O menor rendimento de grãos entre os tratamentos que receberam a aspersão de herbicidas foi observado no tratamento composto por fenoxaprop-P-ethyl associado com bispyribac-sodium, no qual foi observada uma resposta antagonônica, não diferindo do tratamento testemunha. Os demais tratamentos proporcionaram rendimentos de grãos intermediários.

Portanto, os resultados indicam a existência de interações que, se não conhecidas, podem acarretar variações do controle esperado de plantas de capim-arroz e outras espécies presentes na lavoura. As consequências mais problemáticas são as interações que resultam em antagonismo.

A associação entre herbicidas inibidores da enzima ALS pertencentes a diferentes grupos químicos é uma alternativa para controle de capim-arroz resistente a imidazolinonas, ou para a prevenção da evolução da resistência. No entanto, uma hipótese do presente trabalho é que misturas de herbicidas podem proporcionar variações nas respostas de controle de capim-arroz em comparação com o efeito dos produtos isolados. Ainda, diferenças de estágio de plantas daninhas no momento da aspersão ou de dose podem resultar em variações de controle. Nesse caso, foi quantificada uma frequência maior de antagonismo do que sinergismo ou até mesmo efeito neutro no controle de capim-arroz, o que aumenta a problemática de controle. A avaliação de 479 interações envolvendo 76 diferentes espécies de plantas daninhas encontrou predomínio de antagonismo em monocotiledôneas e de sinergismo em dicotiledôneas (Zhang et al., 1995) indicando a complexidade do efeito da associação entre herbicidas em relação aos efeitos desejados de sinergismo ou aditividade.

CONCLUSÃO

Em geral, a associação de inibidores da ACCase com inibidores de ALS, quinclorac, clomazone + propanil ou thiobencarb resultaram em antagonismo. Efeito sinérgico foi observado em clomazone com propanil + thiobencarb, profoxydim com cyhalofop-butyl ou clomazone, e quinclorac com imazapir + imazapic, bispiribac-sodium ou cyhalofop-butyl. As misturas de quinclorac com profoxydim foram antagônicas.

O rendimento de grãos variou conforme a eficiência de controle de plantas daninhas resultante da ação dos tratamentos. Ou seja, na associação sinérgica a produtividade de grãos foi superior. As associações de herbicidas identificadas como aditivas ou sinérgicas podem contribuir para o manejo de plantas daninhas na cultura do arroz irrigado como forma de prevenção da evolução e do controle de capim-arroz resistente a herbicidas imidazolinonas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COLBY, S. R. Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicide combinations. **Weeds**, Columbus, v. 15, n. 1, p. 20-22, january 1967.
- COUNCE, P. et al. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v. 40, n.2, p. 436-443, march-april 2000.
- HEAP, I. **International survey of herbicide resistant weeds 2015**. Disponível em: <<http://www.weedscience.org>>. Acesso em: 02 jan. 2015.
- HATZIOS, K. K.; PENNER, D. Interaction of herbicides with other agricultural chemicals in higher plants. **Review Weed Science**, Champaign v. 1, n. 1, p. 1-64, 1985.
- KRUSE, N. D. et al. Sinergismo potencial entre herbicidas inibidores do fotossistema II e da síntese de carotenóides. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 569-575, julho-agosto 2001.
- MATZENBACHER, F. O. et al. Distribution and analysis of the mechanism of resistance of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) to imidazolinone and quinclorac herbicides. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, *in press*, august 2014. Available in: <<http://dx.doi.org/10.1017/S0021859614000768>>.
- MEROTTO JR, A. et al. Estimating the outcrossing rate of *Cyperus difformis* using resistance to ALS-inhibiting herbicides and molecular markers. **Weed Research**, Malden, v. 49, n. 1, p. 29-36, February 2009.
- STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2º Ed. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222p.
- ZHANG, J. H. et al. Antagonism and synergism between herbicides- trends from previous studies. **Weed Technology**, Fayetteville, v. 9, n. 1, p. 86-90, January-march 1995.

APLICAÇÃO DE SAFLUFENACIL EM MISTURA COM IMAZAPYR+IMAZAPIC PARA INCREMENTO NO CONTROLE DE CAPIM-ARROZ

Ânderson da Rosa Feijó¹; Luis Antonio de Ávila²; Edinaldo Rabaigli Camargo²; Cédric Benetti³; Rodrigo Ribeiro Pestana³; Klaus Matheus Egewarth³; Rafael Becker³.

Palavras-chave: arroz irrigado, interação, imidazolinona.

INTRODUÇÃO

A produtividade da cultura do arroz pode ser afetada negativamente tanto por fatores abióticos como: água, temperatura e nutrientes; quanto por fatores bióticos, neste caso destacando principalmente a interferência de plantas daninhas, pragas e fitopatógenos (OERKE, 2006).

A ocorrência e interferência de plantas daninhas adaptadas aos solos inundados destaca-se como sendo um dos principais fatores que limitam a produtividade na cultura do arroz irrigado (AGOSTINETTO et al. 2010). As perdas de produtividade ocorrem pelo fato de que as plantas daninhas concorrem com o arroz cultivado por luz, água e nutrientes (SOSBAI, 2014). Dentre as espécies que causam maiores perdas na produtividade da cultura destacam-se, o arroz-vermelho (*Oryza sativa*) (MENEZES, et al. 2013) e o capim-arroz (*Echinochloa* spp.) (GALON et al. 2009; AGOSTINETTO et al. 2010). Dentre os métodos de controle de plantas daninhas na cultura do arroz, o controle químico é um dos mais utilizados, devido há algumas vantagens como a praticidade, maior eficiência e rapidez (ANDRES et al. 2008; GALON et al. 2009; SOSBAI, 2014).

Uma importante e eficiente alternativa para o controle de arroz-vermelho, capim-arroz e outras espécies de plantas daninhas associadas ao cultivo de arroz é a utilização de genótipos de arroz tolerantes aos herbicidas do grupo das imidazolinonas (Sistema Clearfield®), que possibilita o controle seletivo das plantas daninhas (MENEZES et al. 2013; SOSBAI, 2014). No Rio Grande do Sul são recomendados dois herbicidas para utilização no sistema Clearfield®, o herbicida formulado imazethapyr + imazapic, nas concentrações de 75 e 25g i.a. L⁻¹, respectivamente e o herbicida composto pela mistura formulada de imazapyr + imazapic, nas concentrações de 525 e 175g i.a. kg⁻¹, respectivamente (SOSBAI, 2014).

Apesar dos dois herbicidas recomendados apresentarem eficiente controle sobre as principais plantas daninhas do arroz irrigado, tanto das espécies monocotiledôneas, como das dicotiledôneas (SOSBAI, 2014), a aplicação de outro herbicida em associação pode proporcionar alguns benefícios, tais como, o aumento do espectro de plantas daninhas controladas, melhoria no controle de determinada espécie, redução das doses recomendadas, redução de custos de aplicação e ainda retardar o desenvolvimento de biótipos resistentes (STREIBIG et al. 1998; MACHADO et al. 2006). Saflufenacil é um herbicida recomendado para controle de plantas daninhas de folhas largas na cultura do arroz, trigo, milho, cana-de-açúcar e outras. Este herbicida atua inibindo a atividade da enzima protoporfirinogênio oxidase (SOLTANI et al. 2009).

Saflufenacil aplicado em mistura com imazethapyr proporciona controle mais rápido de de arroz vermelho em relação à imazethapyr aplicado sozinho em avaliações iniciais (CAMARGO et al., 2012). Visando complementar a ação do herbicida imazapyr + imazapic e reduzir a pressão de seleção de plantas daninhas resistentes na cultura do arroz, o herbicida saflufenacil surge como uma alternativa para ser utilizado em mistura com herbicidas do grupo químico das imidazolinonas. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o controle de capim-arroz na cultura do arroz irrigado utilizando-se a mistura dos herbicidas imazapyr + imazapic e saflufenacil em pós-emergência.

¹Engenheiro agrônomo. Mestrando do Programa de Pós-graduação em Fisiologia Vegetal. Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão. andersonrfeijo@hotmail

²Ph.D. Professor do Departamento de Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas.

³Graduando em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental do Centro Agropecuário da Palma, pertencente à Universidade Federal de Pelotas. Neste estudo foi utilizada a cultivar de arroz Puitá INTA CL resistente aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas. O experimento foi instalado no dia 18 de novembro de 2014, a semeadura foi realizada mecanicamente com semeadora-adubadora contendo nove linhas espaçadas em 0,17 metros, com uma densidade de semeadura de 120 kg ha⁻¹. A infestação com capim-arroz (*Echinochloa* spp.) foi através do banco de sementes presente na área. O experimento foi conduzido no sistema convencional, sendo que a adubação e demais tratos culturais foram realizados conforme recomendações técnicas para a cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul (SOSBAI, 2014).

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por uma parcela de dois metros de largura por 5 metros de comprimento. Foram aplicados quinze tratamentos, sendo uma testemunha (sem aplicação de herbicidas); saflufenacil (Heat[®]) nas doses de 21 e 42 g a.i ha⁻¹; imazapyr+imazapic (Kifix[®]) nas doses equivalentes às proporções de 0,5; 1; 1,5 e 2 vezes a dose recomendada de imazapyr (73,5g ha⁻¹) + imazapic (24,5g ha⁻¹) em pós-emergência, além das combinações entre as doses destes herbicidas. Foi acrescido um adjuvante não iônico a 0,5% v/v aos tratamentos com aplicação dos herbicidas.

Os herbicidas foram aplicados em pós-emergência no estágio vegetativo V4. Para a aplicação dos herbicidas foi utilizado um pulverizador costal de precisão, pressurizado com CO₂, com uma barra contendo quatro pontas do tipo leque (Teejet XR110.015) com espaçamento de 0,5 metros e calibrado para uma vazão de 150 L ha⁻¹.

O controle do capim-arroz foi avaliado através de avaliação visual, realizada aos 7, 14, 21, 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), sendo que as avaliações foram realizadas utilizando uma escala percentual, onde a nota de 0% corresponde a nenhum controle das plantas daninhas e a nota de 100% corresponde à morte de todas as plantas (BURRIL et al. 1976). Além disso, avaliou-se também a produtividade de grãos de arroz. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (p≤0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os resultados obtidos neste trabalho foi possível observar que as duas doses do herbicida saflufenacil aplicadas sozinhas apresentaram uma eficiência muito baixa no controle do capim-arroz até os 14 DAT, sendo que aos 21 e 28 DAT estas doses do herbicida não apresentaram percentual de controle para a espécie avaliada (Tabela 1). Estes resultados de controle ineficiente de capim-arroz quando aplicado o herbicida saflufenacil isolado, vai de encontro a resultados obtidos por Jhala et al. (2013) em que o herbicida saflufenacil aplicado sozinho também não apresentou controle para diferentes espécies monocotiledôneas de plantas daninhas, independente da dose.

As quatro doses do herbicida imazapyr+imazapic (36,75+12,25; 73,5+24,5; 110,25+36,75 e 147+49 g i.a. ha⁻¹) aplicadas sozinhas proporcionaram um controle elevado do capim-arroz a partir dos 14 DAT, sendo que aos 28 DAT a menor dose de imazapyr+imazapic 36,75+12,25 g i.a. ha⁻¹ apresentou um controle de 97,5% e as demais doses proporcionaram 100% de controle do capim-arroz (Tabela 1). Cabe ressaltar que, para efeitos experimentais da combinação dos dois em pós-emergência, estes resultados foram obtidos com uma única aplicação de Kifix[®], o que não se recomenda em condições de lavoura.

Aos 7 DAT a associação de saflufenacil (42g i.a. ha⁻¹) e imazapyr+imazapic (110,25 + 36,75g i.a. ha⁻¹) apresentou maior controle quando comparado a aplicação isolada de imazapyr+imazapic (110,25 + 36,75), evidenciando assim um efeito de aceleração a ação herbicida para avaliações iniciais (Tabela 1). Resultados obtidos por Montgomery et al. (2015), mostraram que houve um aumento no percentual de controle de capim-arroz quando misturado saflufenacil e imazethapyr, que é um herbicida pertencente ao grupo

químico imidazolinonas, em relação a aplicação de imazethapyr sozinho. Para os dados obtidos com o presente estudo, a partir dos 14 DAT os níveis de controle do capim-arroz foram elevados para todas as misturas, não diferindo estatisticamente dos resultados obtidos nos tratamentos de imazapyr+imazapic aplicado sozinho.

Tabela 1. Percentual de controle de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) em função da aplicação de doses dos herbicidas Imazapyr+Imazapic e Saflufenacil, aos 7; 14; 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT). UFPel, Capão do Leão – R.S., 2014/15.

Tratamento	Dose g i.a. ha ⁻¹	7 DAT	14 DAT	21 DAT	28 DAT
Controle (%)					
Testemunha	-	0 c	0 b	0 b	0 b
Saflufenacil	21	10 c	13,3 b	0 b	0 b
Saflufenacil	42	10 c	8,8 b	0 b	0 b
Imazapyr+Imazapic	36,75 + 12,25	52,3 ab	86,3 a	92,5 a	97,5 a
Imazapyr+Imazapic	73,5 + 24,5	55 ab	90 a	100 a	100 a
Imazapyr+Imazapic	110,25 + 36,75	45 b	86,8 a	100 a	100 a
Imazapyr+Imazapic	147 + 49	50 ab	86,3 a	100 a	100 a
Saflufenacil+(Imazapyr+Imazapic)	21 + (36,75 + 12,25)	56,3 ab	90 a	95 a	97,5 a
Saflufenacil+(Imazapyr+Imazapic)	21 + (73,5 + 24,5)	66,3 ab	88,8 a	100 a	100 a
Saflufenacil+(Imazapyr+Imazapic)	21 + (110,25 + 36,75)	60 ab	90 a	100 a	100 a
Saflufenacil+(Imazapyr+Imazapic)	21 + (147 + 49)	61,5 ab	86,3 a	100 a	100 a
Saflufenacil+(Imazapyr+Imazapic)	42 + (36,75 + 12,25)	63,8 ab	87,5 a	95 a	97 a
Saflufenacil+(Imazapyr+Imazapic)	42 + (73,5 + 24,5)	65 ab	92,5 a	100 a	98,8 a
Saflufenacil+(Imazapyr+Imazapic)	42 + (110,25 + 36,75)	70 a	87,5 a	100 a	100 a
Saflufenacil+(Imazapyr+Imazapic)	42 + (147 + 49)	63,3 ab	81,3 a	98,8 a	100 a
CV (%)		18,5	9,9	4,8	2,2

Médias com letras minúsculas diferentes nas colunas são significativamente diferentes de acordo com o Teste de Tukey (P≤0,05).

Nos tratamentos com aplicação de saflufenacil sozinho a produtividade de grãos foi igual a zero em ambas as doses utilizadas (Tabela 2), estes resultados foram causados pela alta infestação da área com capim-arroz associado à ineficiência de controle do herbicida saflufenacil isolado, que resultou em acamamento das plantas e impossibilidade de colheita.

Tabela 2. Produtividade de grãos de arroz da cultivar Puitá INTA CL em função da aplicação em pós-emergência (V4) de diferentes doses dos herbicidas saflufenacil e imazapyr+imazapic. UFPel, Capão do Leão – R.S., 2014/15.

Tratamento	Dose g i.a. ha ⁻¹	Produtividade ^a kg ha ⁻¹
Testemunha	-	0 c
Saflufenacil	21	0 c
Saflufenacil	42	0 c
Imazapyr+Imazapic	36,75 + 12,25	9.519 ab
Imazapyr+Imazapic	73,5 + 24,5	8.876 ab
Imazapyr+Imazapic	110,25 + 36,75	7.031 b
Imazapyr+Imazapic	147 + 49	7.691 ab
Saflufenacil+ (Imazapyr+Imazapic)	21 + (36,75 + 12,25)	7917 ab
Saflufenacil+ (Imazapyr+Imazapic)	21 + (73,5 + 24,5)	8.678 ab
Saflufenacil+ (Imazapyr+Imazapic)	21 + (110,25 + 36,75)	8.892 ab
Saflufenacil+ (Imazapyr+Imazapic)	21 + (147 + 49)	9.610 a
Saflufenacil+ (Imazapyr+Imazapic)	42 + (36,75 + 12,25)	7.972 ab
Saflufenacil+ (Imazapyr+Imazapic)	42 + (73,5 + 24,5)	8.186 ab
Saflufenacil+ (Imazapyr+Imazapic)	42 + (110,25 + 36,75)	9.872 a
Saflufenacil+ (Imazapyr+Imazapic)	42 + (147 + 49)	9.416 ab
CV (%)		14,3

Médias com letras minúsculas diferentes na coluna são significativamente diferentes de acordo com o Teste de Tukey (P≤0,05). ^a Grãos de arroz em casca com 13% de umidade.

Dentre as quatro doses de imazapyr+imazapic, apenas a dose de 110,25+36,75 g i.a. ha⁻¹ apresentou diferença significativa de produtividade (7.031 kg ha⁻¹) em relação às doses aplicadas isoladamente e em mistura com saflufenacil. A maior produtividade absoluta foi proporcionada pela mistura de saflufenacil (42) e imazapyr+Imazapic (110,25 + 36,75) (Tabela 2). Montgomery et al. (2015), relataram um aumento na produtividade de arroz, quando utilizada a mistura de imazethapyr com saflufenacil em relação a aplicação de imazethapyr isoladamente.

CONCLUSÃO

As doses de imazapyr+imazapic aplicadas isoladamente apresentam controle eficiente do capim-arroz. Já saflufenacil aplicado sozinho não apresenta efeito de controle sobre o capim-arroz. Saflufenacil aplicado em mistura com imazapyr+imazapic não altera os níveis elevados de controle do capim-arroz. Portanto, saflufenacil apresenta potencial para ser utilizado em programas de controle de plantas daninhas em arroz irrigado, no entanto, pesquisas mais detalhadas são necessárias para esclarecer as interações entre saflufenacil e imazapyr+imazapic.

BIBLIOGRAFIA

- AGOSTINETTO, D.; et al. Interferência e nível de dano econômico de capim-arroz sobre o arroz em função do arranjo de plantas da cultura. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, p. 993-1003, 2010.
- ANDRES, A.; et al. Manejo da água e de plantas daninhas. In: GOMES, A. S. **Embrapa Clima Temperado. Documentos, 191. Novos horizontes para a sustentabilidade da lavoura orizícola do Rio Grande**. 1ª. ed. Pelotas: [s.n.]. Cap. 1, p. 15-36, 2008.
- BURRILL, L. C. et al. **Field manual for weed control research**. [S.l.]: Corvallis: International Plant Protection Center Oregon State University. 59 p, 1976.
- CAMARGO, E. R.; et al. Rice (*Oryza sativa* L.) response and weed control from tank-mix applications of saflufenacil and imazethapyr. **Crop Protection**, v. 31, p. 94-98, 2012.
- GALON, L. et al. Competição entre plantas de arroz e biótipos de capim-arroz (*echinochloa* spp.) resistente e suscetível ao quinclorac. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 27, n. 4, p. 701-709, 2009.
- JHALA, A. J.; RAMIREZ, A. H. M.; SINGH, M. Tank Mixing Saflufenacil, Glufosinate, and Indaziflam Improved Burndown and Residual Weed Control. **Weed Technology**, v. 27, p. 422-429, 2013.
- MACHADO, A.F.L. et al. Misturas de herbicidas no manejo de plantas daninhas na cultura do feijão. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 107-114, 2006.
- MENEZES, V. G. et al. Associação de glyphosate e imidazolinonas no controle de arroz-vermelho em arroz Clearfield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 12, p. 2154-2159, 2013.
- MONTGOMERY, G.B. et al. Utilization of Saflufenacil in a Clearfield Rice (*Oryza sativa*) System. **Weed Technology**, v. 29, p. 255-262, 2015.
- OERKE, E. C. Crop losses to pests. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge University Press, n. 144, p. 31-43, 2006.
- SOLTANI, N.; SHROPSHIRE, C.; SIKKEMA, P.H. Response of Corn to Preemergence and Postemergence Applications of Saflufenacil. **Weed Technology**, v. 23, p. 331-334, 2009.
- SOSBAI, SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: Pallotti, 192 p, 2014.
- STREIBIG, J. C.; KUDSK, P.; JENSEN, J.E. A General Joint Action Model for Herbicide Mixtures. **Pestic. Sci.**, v. 53, p. 21-28, 1998.

ATIVAÇÃO DO SISTEMA ANTIOXIDANTE ENZIMÁTICO EM PLANTAS DE ARROZ SUBMETIDAS À APLICAÇÃO DE HERBICIDAS

Thais D'Ávila Rosa¹; Diogo Balbé Helgueira¹; Daniele Brandstetter Rodrigues²; Andréia da Silva Almeida²; Cédric Benetti¹; Luis Antonio de Avila³

Palavras-chave: atividade enzimática, herbicida, *Oryza sativa*,

INTRODUÇÃO

A aplicação de herbicidas é um dos fatores que pode causar estresse oxidativo nas plantas de arroz. Os herbicidas são aplicados para o controle de plantas daninhas presentes na área, no entanto, essa aplicação também pode causar danos à cultura, resultando em fitotoxicidade destas, diminuindo seu crescimento e desenvolvimento (NOHATTO, 2014).

Os herbicidas proflumioxim e bispiribaque-sódico são herbicidas seletivos utilizados na cultura do arroz, aplicados em pós-emergência para controlar algumas plantas daninhas como por exemplo o capim-arroz (*Echinochloa crusgalli*), porém quando alguns herbicidas seletivos são aplicados, podem causar distúrbios bioquímicos e fisiológicos no metabolismo das plantas reduzindo a seletividade do herbicida, o que afeta negativamente seu desenvolvimento e consequentemente sua produção (SONG et al., 2007).

Os herbicidas, amplamente utilizados para o controle de plantas daninhas, podem induzir uma situação de estresse nas plantas como resposta à aplicação, podendo também levá-las a morte. Em resposta a fatores de estresse, vários genes são regulados na planta, o que pode amenizar os efeitos dos estresses, sendo eles por condições abióticas ou bióticas, resultando em adaptação do meio celular e consequentemente levar a tolerância das plantas (GROHS, 2012).

Quando a planta se encontra em condições adversas, várias reações prejudiciais ocorrem no seu desenvolvimento, como a diminuição da fotossíntese, aliado a modificações do seu metabolismo (LAW, 2001). Associado a essas reações ocorre a produção de espécies reativas de oxigênio (ROS) que podem acumular nos tecidos, esse mecanismo resulta em danos oxidativos as proteínas, DNA e lipídios, como exemplo de ROS pode-se citar o superóxido (O_2), peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e radicais hidróxilo (OH) (GROHS, 2012).

Com a evolução, as plantas superiores desenvolveram inúmeros mecanismos de respostas a estresses, como por exemplo, a habilidade de alterar o seu desenvolvimento em reflexo a algum fator externo desfavorável como ataques de pragas, patógenos e fatores abióticos (SOARES & MACHADO, 2007). As plantas possuem um ativo sistema de detoxificação, com a ação de enzimas antioxidantes como superóxido dismutase, peroxidase, glutatona S-transferase, ascorbato peroxidase e catalase (FOYER & NECTOR, 2000), bem como antioxidantes não enzimáticos de baixo peso molecular como o ascorbato e a glutatona reduzida.

A compreensão desse comportamento da atuação dessas enzimas, frente a aplicação de herbicidas é importante ferramenta para a definição da recomendação adequadas dos agrotóxicos, com o intuito de diminuir as injúrias causada nas culturas capazes de reduzir a expressão do máximo potencial produtivo.

¹ Eng. Agr(a), Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade /FAEM/UFPEL. thais.d.rosa@hotmail.com

² Eng. Agr(a), Programa em Ciência e Tecnologia de Sementes/FAEM/UFPEL.

³ Eng. Agr., Dr. Professor da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPEL.

Em vista do exposto, o objetivo do estudo foi avaliar e caracterizar os parâmetros bioquímicos do estresse oxidativo em arroz irrigado submetido à aplicação de herbicidas utilizados na cultura do arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em câmara de crescimento na temperatura de 25°C, instalada junto à Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel pertencente à Universidade Federal de Pelotas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo as unidades experimentais compostas por copos plástico com capacidade de 700 mL, contendo solo coletado do horizonte A de um Planossolo Háplico Eutrófico solódico (EMBRAPA, 2006), seco em ar livre e peneirado em peneira de malha 2,0 mm, sendo utilizado 600 g de solo por copo.

Quando as plantas atingiram o estágio V₄, foi realizada a aplicação dos herbicidas bispiribaque-sódico 50 g i.a. ha⁻¹ e profloridim, na dose 170 g i.a. ha⁻¹. Os tratamentos foram constituídos na coleta das amostras foliares, após cinco dias a aplicação dos herbicidas e posteriormente armazenado a temperatura de -80°C até o momento das análises.

As variáveis analisadas foram atividade de clorofila total, atividade das enzimas catalase, ascorbato peroxidase e superóxido dismutase, as quais foram determinadas segundo Azevedo et al. (1998).

Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade (teste de Shapiro Wilk) e, posteriormente, foram submetidos à análise de variância (p<0,05). No caso de ser constatada significância estatística, realizou-se teste de médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a concentração de clorofila total, o profloridim ocasionou redução do teor desse pigmento, não diferindo do herbicida bispiribaque-sódico. As plantas submetidas ao tratamento controle (sem aplicação de herbicida) apresentaram maior teor de clorofila diferindo do tratamento profloridim. Esse resultado indica que a aplicação de profloridim tem capacidade de reduzir o teor de clorofila total das plantas de arroz a 25 °C (Tabela 1).

Tabela1.Concentração de clorofila total (mg g⁻¹ MF) cinco dias após a aplicação dos herbicidas em folhas de arroz da cultivar IRGA 424, submetidas a temperatura de 25°C. FAEM/UFPel, Capão do Leão, RS, 2014.

Herbicidas	Dose (g i.a. ha ⁻¹)	Clorofila Total
testemunha	-	3,55 a ¹
profloridim	170,0	2,52 b
bispiribaque-sódico	50,0	2,99 ab
CV (%)		15,77

¹Letras minúsculas comparam herbicidas pelo teste de Tukey (p<0,05).

As moléculas de clorofila são os principais pigmentos responsáveis pela captura de luz para as reações fotoquímicas, presentes nos centros de reação dos fotossistemas (TAIZ E ZEIGER, 2009). O declínio desses compostos pode comprometer a atividade fotossintética, resultando em prejuízos no desenvolvimento da planta (RAMESH et al., 2002).

Houve efeito do herbicida profloridim reduzindo o teor de clorofila em relação a testemunha, não diferindo do herbicida bispiribaque-sódico. A menor capacidade de herbicidas inibidores da enzima ACCase, influenciar no comportamento da variável clorofila, também foi observado por Park et al. 1994, corroborando com os resultados.

Observou-se efeito dos tratamentos para a atividade da enzima SOD (Tabelas 1 e 2). A ausência de significância estatística para a atividade da CAT (dados não apresentados) pode decorrer da menor afinidade da enzima pelo peróxido de hidrogênio, em comparação com a APX. Houve diferença entre os tratamentos herbicidas, para a atividade da enzima SOD, onde a atividade da enzima na testemunha não diferiu do herbicida bispiribaque-sódico. O tratamento com aplicação de profoxidim apresentou menor atividade da SOD que a testemunha, não diferindo das plantas tratadas como herbicida bispiribaque-sódico (Tabela 2).

Tabela 2. Atividade da enzima superóxido dismutase SOD (μmg^{-1} Proteína) cinco dias após a aplicação dos herbicidas em folhas de arroz cultivar IRGA 424, submetidas a temperatura de 25°C. FAEM/UFPEL, Capão do Leão, RS, 2014.

Herbicidas	Dose (g i.a. ha ⁻¹)	SOD (μmg^{-1} Proteína)
testemunha	-	46,7 a ¹
profoxidim	170,0	37,3 b
bispiribaque-sódico	50,0	40,5 a
CV (%)		15,27

¹Letras minúsculas comparam herbicidas pelo teste de Tukey (p<0,05).

Maior atividade da SOD nas plantas tem sido correlacionada com a tolerância ao estresse oxidativo (IANNELLI et al., 1999). O aumento da atividade da enzima SOD, está relacionado, ao aumento da concentração e o tempo de exposição da planta ao herbicida. Os resultados presumem que o tempo de exposição das plantas de arroz, no presente trabalho, possivelmente não foi o suficiente para aumentar a atividade da enzima SOD, fato evidenciado pois o maior valor foi observado na testemunha.

Os tratamentos herbicidas não apresentaram diferenças estatísticas entre si, para a avaliação da enzima ascorbato peroxidase (dados não apresentados). As plantas apresentaram comportamento semelhante à testemunha (sem aplicação herbicida).

Esses resultados corroboram com os apresentados por Nohatto, 2014, onde não foi observado diferença entre os diferentes herbicidas aplicados na cultura do arroz. O autor atribui os resultados, as diferentes isoformas presentes nas plantas de arroz, que implica na variabilidade da resposta a aplicação dos herbicidas. Para a cultura do arroz, são descritos oito tipos de APX, e os resultados da atividade da enzima, está relacionado as médias entre esses tipos de enzimas, podendo inferir as respostas significativas ao estresse.

CONCLUSÃO

A aplicação de bispiribaque-sódico não diferiu da testemunha nas variáveis analisadas, aferindo que o herbicida não causou danos nas plantas de arroz. Já o herbicida profoxidim tem a capacidade de causar estresse oxidativo. Para mitigar o efeito do herbicida, a cultura ativa o sistema de defesa, destacando a atuação da enzima SOD.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, R.A. et al. Response of antioxidant enzymes to transfer from elevated carbon dioxide to air and ozone fumigation, in the leaves and roots of wild-type and a catalase-deficient mutant of barley. **Physiologia Plantarum**, v. 104, p. 280-292, 1998.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 412 p.

FOYER, C.H.; NOCTOR, G. Oxygen processing in photosynthesis: Regulation and signaling. **New Phytologist**, v.146, p.359-388, 2000.

GROHS, M. Estudo de substâncias com efeito de regulador de crescimento no potencial fisiológico do arroz irrigado. 2012. 89f. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)** Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria.

IANNELLI M. A. et al. Tolerance to low temperature and paraquat mediated oxidative stress in two maize genotypes. **Journal of Experimental Botany**, v. 50, p. 523-532, 1999.

LAW, R.D. et al. High temperature stress increases the expression of wheat leaf ribulose-1,5- biphosphate carboxylase/oxygenase activase protein. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.386, 261–267, 2001.

NOHATTO, M.A. Inter-relações fisiológicas de arroz irrigado com arroz-vermelho e resposta da cultura a herbicidas. 2014. 169f. Tese (Doutorado em Fitossanidade) - Programa de Pós-graduação em Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

PARK, J.E.; Selective mechanism of cyhalofop-butyl ester between rice and *Echinochloa crus-galli*- I. Differential response of rice and *Echinochloa crus-galli* to cyhalofop-butyl ester. **Korean Journal of Weed Science**, v. 14, p. 94-100, 1994

RAMESH, K. et al. Chlorophyll dynamics in rice (*Oryza sativa*) before and after flowering based on SPAD (chlorophyll) meter monitoring and its relation with grain yield. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.188, p.102-105, 2002.

SOARES, A.M.S.; MACHADO, O.L.T. Defesa de plantas: Sinalização química e espécies reativas de oxigênio. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v.1, p.1-19, 2007.

SONG, N. H. et al. Biological responses of wheat (*Triticum aestivum*) plants to the herbicide chlorotoluron in soils. **Chemosphere**, v. 68, p. 1779-1787, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

AVALIAÇÃO DA COMPATIBILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE AGROTÓXICOS REGISTRADOS PARA A CULTURA DO ARROZ EM MISTURA NA CALDA DE PULVERIZAÇÃO

Matheus Rakes¹; Anderson Dionei Grützmaier²; Stefânia Nunes Pires³; Maria Luiza Soares da Silva Cunha⁴; Harrison Batista de Oliveira⁵; Juliano de Bastos Pazini⁶; Rafael Antonio Pasini⁷

Palavras-chave: mistura em tanque, inseticida, herbicida, fungicida, *Oryza sativa*.

INTRODUÇÃO

A ocorrência de fatores bióticos, como insetos-praga, doenças e plantas daninhas, de modo individual ou concomitantemente, provoca perdas significativas no potencial produtivo da cultura do arroz irrigado (GUIMARÃES, 2014) e o manejo químico destas se torna dificultado devido ao fato de que cada uma das moléstias representadas por agentes biológicos diferentes, necessita de um produto em específico. Sendo assim, há a necessidade da utilização de vários produtos concomitantemente para que o controle dos agentes adversos à cultura seja efetivo.

Em vista disso, Gazziero (2015) diagnosticou que a mistura de agrotóxicos no tanque do pulverizador, embora seja restrita, é uma prática usual e vem sendo empregada nos mais diversos sistemas de produção agrícola do Brasil, representado 97% dos casos analisados. Tal prática apresenta inúmeras vantagens quando comparadas ao emprego de agrotóxicos de modo individual, sendo estas em virtude do aumento do espectro de ação das aplicações e, consequente, maior eficiência e economia no controle dos organismos-praga, redução da mão-de-obra, número de aplicações e custo de produção. Entretanto, a mistura de agrotóxicos no tanque pode ocasionar alguns efeitos inesperados no alvo biológico, como sinergismo, adição ou antagonismo devido a incompatibilidades físico-químicas entre os agrotóxicos presentes na mesma calda, levando a perdas de atividade e redução da eficiência de aplicação (PETTER et al., 2012).

As interações dos agrotóxicos misturados na calda ocorrem primeiramente de maneira física, e de modo geral, são induzidas por suas características físico-químicas, consequentemente ocasionando as interações químicas (PETTER et al., 2013). Partindo deste pressuposto e reconhecendo a importância da correta administração da mistura em tanque de defensivos agrícolas, o presente trabalho teve como objetivo determinar a compatibilidade físico-química de agrotóxicos registrados para a cultura do arroz empregados em mistura na calda de pulverização.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LabMIP) da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), município do Capão do Leão, Rio Grande do Sul (RS), no período de janeiro a

¹Graduando em Agronomia, Bolsista PIBIC - CNPq, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Campus Universitário s/n, Capão do Leão, RS, Brasil. E-mail: matheusrakes@hotmail.com;

²Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Titular, FAEM - UFPel;

³Graduanda em Agronomia, FAEM - UFPel;

⁴Graduanda em Agronomia, FAEM - UFPel;

⁵Graduando em Agronomia, FAEM - UFPel;

⁶Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Fitossanidade, FAEM - UFPel;

⁷Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Fitossanidade, FAEM - UFPel.

fevereiro de 2015.

Utilizaram-se, no total, 12 agrotóxicos registrados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (AGROFIT, 2015) para a cultura do arroz, os quais constituíram 16 tratamentos, sendo seis compostos pela mistura entre herbicidas; seis pela mistura entre herbicidas e inseticidas; um pela mistura entre fungicidas e; três pela mistura entre fungicidas e inseticidas (Tabela 1). A escolha dos agrotóxicos e tratamentos ocorreu em virtude da frequente utilização por orizicultores, comprovada mediante relatório de pulverizações aéreas da safra 2014/15 fornecido por empresa de avião agrícola, da região Sul do RS.

Tabela 1. Mistura de agrotóxicos empregados na cultura do arroz para avaliação da compatibilidade físico-química. Capão do Leão, RS, 2015.

Tratamentos - Produtos comerciais (p.c.)	Formulação	Dose (L ou kg p.c./ha)
Mistura entre herbicida		
- Clincher [®] +Ricer [®] ⁰¹	EC+SC	1,75+0,25
- Clincher [®] +Kifix [®] ⁰²	EC+WG	1,75+0,14
- Clincher [®] +Imazetapir Plus Nortox [®] ⁰¹	EC+SL	1,75+1,00
- Clincher [®] +Ricer [®] +Kifix [®] ⁰²	EC+SC+WG	1,75+0,25+0,14
- Clincher [®] +Ricer [®] +Sirius [®] 250 SC ¹	EC+SC+SC	1,75+0,25+0,08
- Imazetapir Plus Nortox [®] +Basagran [®] 600 ²	SL+SL	1,00+1,60
Mistura entre herbicida e inseticida		
- Clincher [®] +Ricer [®] +Arrivo [®] 200 EC ¹	EC+SC+EC	1,75+0,25+0,075
- Clincher [®] +Kifix [®] +Arrivo [®] 200 EC ²	EC+WG+EC	1,75+0,14+0,075
- Clincher [®] +Imazetapir Plus Nortox [®] +Arrivo [®] 200 EC ¹	EC+SL+EC	1,75+1,00+0,075
- Clincher [®] +Ricer [®] +Kifix [®] +Arrivo [®] 200 EC ²	EC+SC+WG+EC	1,75+0,25+0,14+0,075
- Clincher [®] +Ricer [®] +Sirius [®] 250 SC+Arrivo [®] 200 EC ¹	EC+SC+SC+EC	1,75+0,25+0,08+0,075
- Imazetapir Plus Nortox [®] +Basagran [®] 600+Arrivo [®] 200 EC ²	SL+SL+EC	1,00+1,60+0,075
Mistura entre fungicida		
- Alterne [®] +Bim [®] 750 BR+Priori [®] 250 SC	CE+PM+SC	0,75+0,30+0,40
Mistura entre fungicida e inseticida		
- Bim [®] 750 BR+Actara [®] 250 WG	WP+WG	0,30+0,15
- Alterne [®] +Bim [®] 750 BR+Priori [®] 250 SC+Actara [®] 250 WG	CE+WP+SC+WG	0,75+0,30+0,40+0,15
- Alterne [®] +Bim [®] 750 BR+Priori [®] 250 SC+Talisman [®]	CE+WP+SC+CE	0,75+0,30+0,40+0,30

EC: emulsão concentrada; SC: suspensão concentrada; SL: concentrado solúvel; WG: granulado dispersível; WP: pó molhável.

¹ Adição de óleo vegetal à calda (0,5% v/v); ² Adição de óleo mineral à calda (0,5% v/v).

Para a execução dos ensaios, foram adotados os padrões técnicos e metodológicos especificados na norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), NBR 13875:2014 (ABNT, 2014), denominada "Agrotóxicos e afins - Avaliação de compatibilidade físico-química", seguindo a técnica dinâmica, isto é, com agitação.

Após duas horas de agitação, por intermédio de agitador mecânico do tipo magnético, aguardou-se dez minutos e o aspecto da calda foi avaliado visualmente segundo a presença (P) ou ausência (A) dos seguintes parâmetros: homogeneidade, floculação, sedimentação, separação de fases, formação de grumos, separação de óleo, formação de cristais, creme e espuma. O pH da calda foi aferido por meio de pHmetro portátil (tipo "bolso") de precisão conhecida de ± 0.1 pH.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 2 apresenta os dados de compatibilidade físico-química de agrotóxicos registrados para a cultura do arroz, avaliados no método dinâmico, isto é, sob agitação, segundo os padrões técnicos especificados na norma descrita anteriormente.

Tabela 2. Compatibilidade físico-química de misturas de agrotóxicos registrados para a cultura do arroz segundo critérios do ensaio dinâmico da ABNT NBR 13875:2014. Temperatura: 27±2°C; Umidade relativa: umidade relativa de 58±7%. Capão do Leão, RS, 2015.

Tratamentos Produtos comerciais (p.c.)	pH	ho	fl	sd	sp	gr¹	ol	cr	cm	ep	gr²
Mistura entre herbicida											
- Clincher [®] +Ricer [®] ¹	5,12	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A
- Clincher [®] +Kifix [®] ²	2,20	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A
- Clincher [®] +Imazetapir Plus Nortox [®] ¹	6,27	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A
- Clincher [®] +Ricer [®] +Kifix [®] ²	2,19	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A
- Clincher [®] +Ricer [®] +Sirius [®] 250 SC ¹	5,25	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A
- Imazetapir Plus Nortox [®] +Basagran [®] 600 ²	6,36	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Mistura entre herbicida e inseticida											
- Clincher [®] +Ricer [®] +Arrivo [®] 200 EC ¹	5,02	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A
- Clincher [®] +Kifix [®] +Arrivo [®] 200 EC ²	2,22	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A
- Clincher [®] +Imazetapir Plus Nortox [®] +Arrivo [®] 200 EC ¹	5,96	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A
- Clincher [®] +Ricer [®] +Kifix [®] +Arrivo [®] 200 EC ²	2,19	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A
- Clincher [®] +Ricer [®] +Sirius [®] 250 SC+Arrivo [®] 200 EC ¹	5,17	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A
- Imazetapir Plus Nortox [®] +Basagran [®] 600+Arrivo [®] 200 EC ²	5,25	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Mistura entre fungicida											
- Alterne [®] +Bim [®] 750 BR+Priori [®] 250 SC	6,74	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Mistura entre fungicida e inseticida											
- Bim [®] 750 BR+Actara [®] 250 WG	6,89	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A
- Alterne [®] +Bim [®] 750 BR+Priori [®] 250 SC+Actara [®] 250 WG	6,83	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A
- Alterne [®] +Bim [®] 750 BR+Priori [®] 250 SC+Talisman [®]	6,55	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A

P: Presença ou A: Ausência (dos critérios qualitativos de avaliação). pH após agitação; ho: Homogeneidade; fl: Floculação; sd: Sedimentação; sp: Separação de fases; gr¹: Presença de grumos; ol: Separação de óleo; cr: Formação de cristais; cm: Creme; ep: Espuma; gr²: Presença de grumos (peneira de 149 µm). ¹Adição de óleo vegetal à calda (0,5% v/v); ²Adição de óleo mineral à calda (0,5% v/v).

Observou-se compatibilidade físico-química dentre as misturas entre herbicidas, herbicidas e inseticida, fungicidas e fungicidas e inseticidas testadas, com ausência de

floculação, sedimentação, separação de fases, grumos, separação de óleo, formação de cristais, creme e espuma (Tabela 2). Tais características físicas das caldas obtidas indicam que a influência nos mecanismos de formação da pulverização, tais como vazão, formação, distribuição das gotas e padrão de distribuição volumétrico, será mínima, resultando em tratamentos de maior eficiência e menores riscos de deriva e contaminações ambientais (MILLER; BUTLER ELLIS, 2000; PETTER et al., 2013).

Com relação ao pH verificado após a agitação das caldas, os valores variaram entre 2,19 e 6,89, sendo que, de modo geral, as misturas de diferentes produtos à calda não exerceu demasiada influência nos valores de pH considerados ideais a cada agrotóxico. Stock e Briggs (2000) relataram que a eficiência de herbicidas pode ser aumentada quando o pH encontra-se em valores próximos a 5,0. Entretanto, a associação do herbicida Kifix® com os diferentes agrotóxicos interferiu de modo significativo no pH da calda, tornando-a bastante ácida, com valores que variaram entre 2,19 e 2,22. Esses valores podem influenciar na eficiência do tratamento fitossanitário no alvo biológico e interferir nos níveis de dissociação dos ingredientes ativos contidos na calda (KISSMANN, 1998).

CONCLUSÃO

Os agrotóxicos empregados em mistura na calda de pulverização entre herbicidas, herbicidas e inseticida, fungicidas e fungicidas e inseticidas apresentaram, sem exceção, aspecto homogêneo e sem alterações nas características físico-químicas, sob agitação e, portanto, são compatíveis para utilização em tratamentos fitossanitários na cultura do arroz.

AGRADECIMENTOS

A FINEP pela infraestrutura de laboratórios, ao CNPq e a CAPES pela concessão de bolsas de estudos aos envolvidos no projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13875. **Agrotóxicos e afins - Avaliação de compatibilidade físico-química**. Rio de Janeiro, 12p. 2014.
- AGROFIT: Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 05 jan. 2015.
- GRAZZIERO, D. L. P. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta daninha**, v.33, n.1, p.83-92, 2015.
- GUIMARÃES, G. L. Principais fatores comerciais condicionantes da disponibilidade de produtos isolados e em misturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 29., 2014, Gramado. **Palestra...** Gramado, RS: 2014. 1 CD-ROM.
- KISSMANN, K.G. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários. In: TECNOLOGIA E SEGURANÇA NA APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS: NOVAS TECNOLOGIAS, 1998. Santa Maria, RS: Departamento de Defesa Fitossanitária - Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p.39-51.
- MILLER, P.C.H.; BUTLER ELLIS, M.C. Effects of formulation on spray nozzle performance for applications from ground-based boom sprayers. **Crop Protection**, v.19, n. 8-10, p.609-615, 2000.
- PETTER, F. A. et al. Incompatibilidade física de misturas entre herbicidas e inseticidas. **Planta daninha**, v.30, n.2, p.449-457, 2012.
- PETTER, F. A. et al. Incompatibilidade física de misturas entre inseticidas e fungicidas. **Comunicata Scientiae**, v.4, p.129-138, 2013.
- STOCK, D.; BRIGGS, G. Physicochemical properties of adjuvants: Values and applications. **Weed Technology**, v.14, n.4, p. 798-806, 2000.

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO INICIAL DECORRENTE DA APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES NA SELETIVIDADE DE HERBICIDAS EM ARROZ IRRIGADO

Diogo Balbê Helgueira¹; Thais D'Ávila Rosa²; Daniele Brandstetter Rodrigues³; Diego Cardoso Medeiros⁴; Luis Antonio de Ávila⁵; Francisco Amaral Villela⁵

Palavras-chave: fitotoxicidade; ACCase; *Oryza sativa* L.

INTRODUÇÃO

Os insumos agrícolas, como os fertilizantes, vêm ganhando espaço no setor agrícola, à medida que as técnicas de cultivo evoluem, em culturas de importância econômica como o arroz. Dentre esses, pode-se citar o Green Factor[®], produto organomineral classe A registrado no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) em função do nível zero de toxicidade dermal e oral e por não conter sódio (MAPA, 2014).

A maioria desses fertilizantes contém em sua composição o nitrogênio, um dos elementos fundamentais para o desenvolvimento das plantas, a disponibilidade desse elemento e sua ligação com o incremento dos componentes de produtividade são considerados como os fatores que mais influenciam no rendimento da cultura do arroz (FAGERIA & STONE, 2003).

As recomendações de adubação nitrogenada das culturas, na maioria das vezes são avaliadas de acordo com o teor de matéria orgânica do solo (MOS) sendo um indicativo da disponibilidade de nitrogênio durante seu ciclo (ARGENTA, 2001). Todavia, este não é considerado um bom índice para estimar a disponibilidade de nitrogênio no solo alagado para a cultura do arroz irrigado por inundação (SCIVITTARO 2004 & MACHADO, 2004). Este fato pode estar associado às alterações na dinâmica do elemento provocadas pelo processo de alagamento e consequentemente, sua redução no solo. Sob condições de anaerobiose, a decomposição da MOS é considerada lenta, devido à baixa concentração de oxigênio molecular e de um menor e menos eficiente grupo de organismos capazes de executar o processo (SOUSA et al., 2004).

A eficiência de utilização do N-fertilizante pelo arroz no solo alagado é considerada baixa, situada entre 20% e 40% (DATTA 1988 & BROADBENT, 1988). Tal fato é atribuído às perdas do elemento através da volatilização, imobilização, lixiviação e desnitrificação (FAGERIA 2003 & STONE, 2003). Diante do exposto, o objetivo do trabalho é avaliar as respostas no desenvolvimento inicial da cultura do arroz irrigado, decorrentes da aplicação de fertilizantes e herbicidas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido entre os meses de setembro a novembro de 2014 em casa de vegetação, no Departamento de Fitossanidade, da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Universidade Federal de Pelotas (UFPeL), localizada no município de Capão do Leão, RS.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, arranjo em esquema fatorial 3x3, com quatro repetições. No fator A são considerados os fertilizantes e no fator B são alocados os herbicidas utilizados na cultura do arroz. Foram utilizados ainda tratamentos

¹ Engº Agrº M.Sc, UFPEL, Andrade Neves 2142, sala 603, CEP 96020080, Pelotas-RS. diogobalbe@gmail.com

² Eng. Agr(a). M.Sc. Doutoranda do programa de Tecnologia e Produção de Sementes, UFPEL.

³ Eng. Agr(a). M.Sc. Doutoranda do programa de Tecnologia e Produção de Sementes, UFPEL.

⁴ Aluno de graduação da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPEL.

⁵ Eng. Agr., Dr. Professor da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPEL.

testemunhas, sem aplicação de fertilizante e sem aplicação de herbicidas.

Os fertilizantes e suas respectivas doses que compunham o fator A foram: Biozyme TF® (250 ml/ha), Green Factor® (150 ml/ha) e Pilatus® (150 ml/ha). Os tratamentos herbicidas correspondentes ao fator B, conforme a tabela 1.

Tabela 1. Herbicidas registrados e recomendados para o controle de plantas daninhas na cultura do arroz irrigado no RS e SC. FAEM/UFPel, Capão do Leão, RS, 2014.

Fator B: Herbicidas	Dose de registro do p.c (g i.a. ha⁻¹)	Época de Aplicação
controle	---	---
cialofope-butil	315,0	Pós-emergência
bispiribaque-sódico	50,0	Pós-emergência
profoxidim	170,0	Pós-emergência

Foram utilizadas sementes de arroz da cultivar IRGA 424 e as unidades experimentais foram constituídas de caixas de plástico com capacidade de 20 L preenchidas com 15 kg de solo coletado do horizonte A de um Planossolo Háplico Eutrófico solódico, seco em ar livre e peneirado, em peneira de malha 2,0 mm. Em cada unidade experimental foram semeadas aproximadamente 60 sementes de arroz cultivar IRGA 424, distribuídas em três linhas.

O tratamento de sementes com o produto Biozyme TF® foi realizado diretamente nas sementes, segundo as recomendações, com válvula pressurizada, 24 horas anterior à semeadura sendo colocadas em sacos plásticos com capacidade para cinco litros, utilizando um 1 kg de sementes por saco. O volume de calda utilizado foi de 1,5 L 100 kg⁻¹ de semente, para o tratamento controle foi utilizado apenas água.

A aplicação dos fertilizantes Green Factor® e Pilatus® foi realizada com o auxílio de um borrifador, na dose de 150 ml ha⁻¹, sendo aplicados na base das plantas de arroz, um dia antes da aplicação dos herbicidas.

A aplicação dos herbicidas foi realizada com auxílio de um pulverizador costal de precisão, pressurizado com CO₂, equipado com barra de quatro bicos de jato plano em leque, série 110-02, espaçadas 50 cm, calibrado para aplicar um volume de calda de 150 L ha⁻¹. No dia seguinte a aplicação, as caixas foram inundadas, mantendo a lâmina d'água de 8 cm.

A fitotoxicidade foi avaliada aos sete, 14 e 21 dias após a aplicação dos herbicidas (DAH), visualmente, através da atribuição de notas baseadas em escala percentual de 0 a 100%, onde zero corresponde à ausência de injúrias e 100% corresponde à morte das plantas, segundo a proposta da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (1995).

Avaliou-se o comprimento da parte aérea aos 14 dias após a aplicação dos herbicidas sendo utilizadas quatro plântulas por tratamento, com auxílio de uma régua milimetrada.

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos pelo teste F (p<0,05), às médias comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05). A variável porcentagem de germinação foi transformada pela equação $yt = \sqrt{y} + 1$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância demonstraram que não ocorreu interação entre os fatores fertilizantes e herbicidas, porém foi verificado diferença significativa entre os herbicidas aplicados.

Aos 14 DAH o comprimento da parte aérea das plantas de arroz, tornou-se dependente da aplicação dos herbicidas, não sendo constatada diferença estatística para a avaliação em relação aos produtos (fertilizantes) aplicados (Tabela 3).

Tabela 3. Comprimento da parte aérea na cultura do arroz irrigado, em função dos tratamentos herbicidas aos 14 dias após a aplicação. FAEM/UFPeL - Capão do Leão, RS, 2014.

Herbicida	Dose (g i.a. ha ⁻¹)	Comprimento de Parte Aérea (14 DAH) ²
		-----m-----
T1-controle	-	0,4196 a ¹
T2-cialofope-butil ³	315	0,3923 Ab
T3-bispiribaque-sódico ³	50	0,3823 Ab
T4-profoxidim ³	170	0,3663 B
Média		0,390
CV(%)		8,78

¹Médias com letras distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey (p≤0,05).

²Dias após a aplicação dos herbicidas.

³Aplicação em pós-emergência com 3 a 4 folhas (V₃-V₄).

Os herbicidas cialofope-butil e bispiribaque-sódico, não diferiram do tratamento controle e do tratamento com o herbicida profoxidim. A aplicação do herbicida profoxidim apresentou comprimentos inferiores de parte aérea das plantas de arroz aos 14 DAH, comparado ao tratamento controle (Tabela 3).

Na avaliação de fitotoxicidade houve diferença estatística entre os herbicidas para as três datas de avaliação (Tabela 3).

Na avaliação de fitotoxicidade aos sete DAH, houve diferença entre os herbicidas em que as plantas submetidas à aplicação de profoxidim, apresentaram maior índice de fitotoxicidade diferindo dos outros tratamentos. Os tratamentos com cialofope-butílico e bispiribaque-sódico não diferiram entre si (Tabela 4).

Tabela 4. Fitotoxicidade na cultura do arroz irrigado, em função dos tratamentos herbicidas aos sete, 14 e 21 dias após a aplicação dos herbicidas. FAEM/UFPeL - Capão do Leão, RS, 2014.

Herbicida	Fitotoxicidade -----%-----		
	07 DAH ²	14 DAH	21 DAH
T1- controle	0,0 c ¹	0,0 c	0,0 c
T2- cialofope-butil ³	28,05 b	2,22 c	10,0 b
T3- bispiribaque-sódico ³	29,72 b	17,22 b	13,33 ab
T4- profoxidim ³	52,50 a	31,66 a	20,55 a
Média	27,68	12,77	10,97
CV(%)	20,5	23,5	35,21

¹Médias com letras distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey (p≤0,05).

²Dias após a aplicação dos herbicidas.

³Aplicação em pós-emergência com 3 a 4 folhas (V₃-V₄).

Os resultados corroboram com os encontrados por Costa (2013), onde foram observados maiores valores de fitotoxicidade aos sete DAH com aplicação de profoxidim em relação aos outros herbicidas, porém o efeito fitotóxico tornou-se menos acentuado aos 14 e 21 dias após a aplicação dos herbicidas.

Na avaliação aos 14 DAH, foi observado diferença na avaliação de fitotoxicidade para os herbicidas aplicados (Tabela 4). O tratamento com o herbicida profoxidim proporcionou maior nível fitotóxico quando comparado ao controle (Figura 1), seguido pelo tratamento com o herbicida bispiribaque-sódico. O herbicida cialofope-butil não diferiu estatisticamente do tratamento controle.

Aos 21 DAH, os tratamentos cialofope-butil foi o tratamento que apresentou o menor valor de fitotoxicidade as plantas de arroz, não diferindo do tratamento com a aplicação de bispiribaque-sódico. Mesmo não expressivo, pois não diferiu do tratamento bispiribaque-

sódico, o proflodim ainda apresentou os maiores valores de fitotoxicidade no arroz, esse valor tornou-se inexpressivo na avaliação aos 28 DAH (dados não demonstrados).

Esse resultado também foi observado por Cassol (2013), onde a aplicação do herbicida proflodim no arroz irrigado proporcionou aumento da fitotoxicidade em relação ao herbicida cialofop-butil, porém esse resultado não influenciou na sua produtividade.

CONCLUSÃO

Com base no exposto, pode-se inferir que a aplicação de fertilizantes na cultura do arroz não influencia no desenvolvimento inicial e na sensibilidade da cultura do arroz irrigado a herbicidas. A aplicação do herbicida proflodim foi o tratamento que apresentou o maior nível de fitotoxicidade na cultura do arroz, na avaliação aos sete, 14 e 21 DAH.

Estudos de campo devem ser realizados a fim de verificar a influência desses fertilizantes aos componentes de rendimento da cultura. Esses podem atuar em diferentes fases do desenvolvimento das plantas, e o conhecimento de seus efeitos fisiológicos é fundamental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARGENTA, G. et al., Clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio em cereais. **Ciência Rural**, v.31, p.715-722, 2001.

CASSOL, G.V. et al. Eficácia de tratamentos herbicidas na cultura do arroz irrigado sob irrigação intermitente. In: VIII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 2013, Santa Maria, RS. **Anais...** Sta. Maria, SOSBAI, 2013, v.1, p.391-394, 2013.

COSTA, C.C., et al. Efeito do herbicida metamifop no controle de *eragrostis lugens* em arroz irrigado. CbaI 2013. **Anais...** 2013. Disponível em <<http://www.cbai2013.com.br/cdonline/docs/trab-4136-645.pdf>> Acesso em: Novembro de 2014.

DATTA, S.K DE.; BROADBENT, F.E. Methodology for evaluating nitrogen utilization efficiency by rice genotypes. **Agronomy Journal**, v.80, p.793-798, 1988.

FAGERIA, N.K.; STONE, L.F. Manejo do Nitrogênio. In: FAGERIA, N.K.; STONE, L.F.; SANTOS, A.B. dos. **Manejo da Fertilidade do Solo para o Arroz Irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003, p.51-94.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, MAPA 2014. **Fertilizantes**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/fertilizantes>> Acesso em: Novembro de 2014.

SCIVITTARO, W.B.; MACHADO, M.O. Adubação e calagem para a cultura do arroz irrigado. In: GOMES, A. da S., MAGALHÃES JUNIOR, A. M. de (Org). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. cap.9, p.259-303.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS - SBCPD. **Procedimentos para a instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: p. 45, 1995.

SOUSA, R.; CAMARGO F.A.O.; VAHL, L.C. Solos Alagados (Reações de redox). In: MEURER, E.J. (Ed.) **Fundamentos da química do solo**. 2. ed. Porto Alegre: Gênese, 2004. p.208-237.

CLEARFIELD® RICE GENOTYPES TOLERANCE TO AERIAL APPLICATION OF IMIDAZOLINONES AS AFFECTED BY PLANT DENSITY

Rafael Becker¹; Edinalvo Rabaioli Camargo²; Alfran Tellechea Martini³; Luis Antonio de Avila²; Luiz Fernando Martini⁴; Cédric Benetti⁵; Marcelo Zimmer⁶.

Keywords: herbicide application technology, electrostatic spraying system, crop injury.

INTRODUCTION

Aerial application of herbicides is a common operational practice in irrigated rice (*Oryza sativa*) production of Southern Brazil. The state of Rio Grande do Sul harvested 1,125.4 millions hectares during the 2014/15 rice season. The production in this area was estimated to be around 8,112.9 million ton, which represents 67% of the entire country's production (CONAB, 2015).

As in other crops, weeds are a major limiting factor for rice production, and new technologies are important to improve the weed management. Use of electrostatic system is increasing with aerial application and it may result in different herbicidal activity. For instance, in the electrostatic system charged droplets tend to promote a better plant coverage.

The Clearfield® rice are nontransgenic genotypes developed with traditional plant-breeding techniques that allows of imidazolinone herbicide. This tolerance was obtained by induced mutation, and transferred to commercial cultivars and hybrids through genetic improvement of plants. After imidazolinone herbicide applications, phytotoxicity symptoms, moderate to relatively high, can be observed in rice plants. These injury effects can be affected by the amount of herbicide that reaches the individual plant. Considering the options of Clearfield® hybrids and cultivars commercially available is important to verify their tolerance to imidazolinone herbicides sprayed with the eletrostatic aerial spraying system.

The present study was conducted to investigate the tolerance of Clearfield® rice genotypes established at different seeding rates and sprayed by electrostatic spraying system

MATERIAL AND METHODS

The experiment was conducted at "Granja 4 Irmãos", a farm located in Rio Grande, RS – Brazil (latitude S 32°18'01.76", longitude W 52°29'45.05" and 8 meters above sea level) during the growing season of 2013/2014 in partnership with "Taim Aero Agrícola". Treatments were arranged in a factorial scheme (5x2) with four replications. Factor A consisted in five rice genotypes, including two Clearfield® cultivars (Puitá Inta CL and Guri CL) and three Clearfield® hybrids (QM 1010 CL, Avaxi CL and Inov CL). Factor B included two seeding densities (45 and 100 kg ha⁻¹). Seeding rates were used to establish similar plants populations for cultivar and hybrids.

All treatments were sprayed twice with the herbicide Only® (0.75 L.ha⁻¹) and adjuvant

¹ Graduação Engenharia Agrônômica, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel - FAEM, Universidade Federal de Pelotas - UFPel, rafa_becker23@hotmail.com.

² Professor Ph. D., Universidade Federal de Pelotas - UFPel.

³ Engenheiro Agrônomo, Mestre, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Dow Agrosiences.

⁵ Graduação Engenharia Agrônômica, FAEM, Universidade Federal de Pelotas - UFPel.

⁶ Engenheiro Agrônomo, Purdue University.

Dash® (first at pre-emergence of the crop where glyphosate (3 L ha⁻¹) was included and then at V4 growth stage). Check treatments were set up inside each plot for comparison in phytotoxicity evaluations based on percentage scale and consisted of a portions of the plot protected with white plastic covers (4m x 2m) that was removed only after all spraying was performed. Injury as assessed visually from zero to 100%, where zero corresponds to the absence of herbicide injury and 100% is total death of all plants in the plot due to herbicide injury (Gazziero et al., 1995).

Crop conduction was performed according the Southern Brazil Rice Production Guidelines (SOSBAI, 2014). Weed management on check treatments consisted of spraying of Clincher® (1,5 L ha⁻¹) and Sonora® (0,140 L ha⁻¹) with CO² backpack sprayer. Four plants of each replication were collected immediately after spraying on V4 growth stage for the two seeding densities on Puitá INTA CL variety to determine concentration of the herbicide deposited on the plants. These samples were placed inside amber vials containing 0.05 L of acetonitrile and then shaken for 15 seconds for every replication. Plants were taken out of the vials and the solutions were stored under refrigeration and subsequently were sent to the "Laboratório de Resíduos de Pesticidas – LARP" of the Federal University of Santa Maria (UFSM) for analysis. Pesticide determination was performed using a system of liquid chromatography along with a mass spectrophotometry (UHPLC-MS/MS). Limit of detection (LOD) was 1.5 µg L⁻¹ and a limit of quantification (LOQ) was 5.0 µg L⁻¹ in the method.

Aerial spraying of the trial was performed aligned with the prevailing wind, differing from the planting direction to reduce herbicide loss, drift and avoid contamination of other plots. Also, all spraying was performed in the same direction to reduce variation on airplane speed. The airplane used was an Ipanema EMB-202, 1800 kg weight, 7.43 meters long, 2.22 meters in height and 11.07 meters wingspan, with a spraying bar installed measuring 70% of the total wingspan. It was equipped with DGPS Satloc-M3®, wing tip winglet type, and a wind pump. Airplane flew at 176 Km h⁻¹, 2 meters above the target and the application lane adjusted to 15 meters. The airplane was equipped with 41 Teejet TXVK 10 nozzles, 180° angle, set for thin water flow with 500 kPa system pressure to perform the application. On preemergence application, the left bar was set for 3.000 volts and the drops were negatively charged, while the right bar charged the drops positively with an amperage of 300 µA. On V4 growth stage spraying, the left bar used 7.800 volts and the drops generated were negatively charged, while the right spraying bar was set to 5.500 volts and the drops were positively charged and with amperage of 500 µA. Weather conditions were monitored during all application timing using a handheld weather station Kestrel 4000®. During preemergence application air temperature was 21.5°C, air relative humidity of 80% and 20 km h⁻¹ wind speed. On V4 spraying, air temperature was 19.2°C, air relative humidity of 70% and 20 km h⁻¹ wind speed.

RESULTS AND DISCUSSION

Rice injury evaluations conducted 9 and 23 days after POST applications (DAA) (Figure 1) indicated that at lower seeding quantities (45 kg ha⁻¹) plant injury was higher compared with the highest seeding rates (90 kg ha⁻¹). This was in agreement with a numerically higher herbicide concentration reaching individual plants of Puitá Inta CL at 45 kg ha⁻¹ when compared with 90 kg ha⁻¹.

The cultivars (Puitá Inta CL and Guri Inta CL) demonstrated injury lower than 6% at all evaluations performed indicating to be the most tolerant to Only®. The hybrid Inov CL presented the highest injury at 9 DAA followed by Avaxi CL and QM-1010 CL. This last genotype had injury similar to the cultivars at this earlier evaluation. Subsequent evaluation at 23 DAA indicated that all hybrids had similar injury varying from 23 to 27%. In later evaluation (30 DAA) injury had diminished for all rice genotypes.

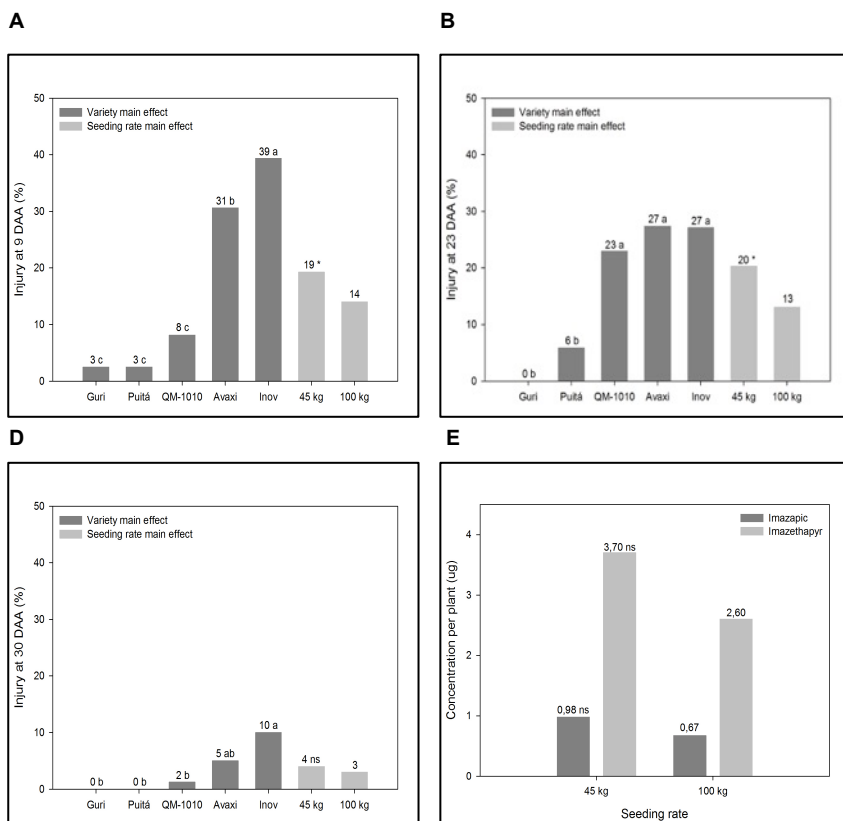


Figure 1. Rice genotypes injury at 9 (A), 23 (B) and 30 (C) days after application (DAA) and imazapic and imazethapyr concentrations as a factor of seeding rates (D).

CONCLUSIONS

Results indicated that different level of genotypes tolerance observed in the field are associated with genetic differences where the cultivars (Puitá Inta CL and Guri Inta CL) were more tolerant to Only[®] than the hybrids (QM 1010 CL, Avaxi CL e Inov CL). Moreover, the lower quantity of plant per area established in the field when using a rice hybrid may result in a higher dosage of herbicide per individual plant that could contribute for a more intensify crop injury.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Granja 4 irmãos and Taim Aero Agrícola for their great support conducting the study and for the valuable research partnership. Also, we thank all the students associated with the Weed Science Center/Herbicide E-fate Laboratory at UFPel for their support and help.

REFERENCES

- GAZZIERO, D.L.P.; VELINI, E.D.; OSIPE, R. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência de Plantas Daninhas, 1995. 42p.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. ISSN 2318-6852, numero 3, volume 2, Brasília, 105 pg., dez. 2014.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO - SOSBAI. **Arroz irrigado: Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria, RS, 2014. 192p.

CLINCHER[®] NO CONTROLE DE CAPIM-ARROZ COM RESISTÊNCIA MÚLTIPLA A HERBICIDAS NA ZONA SUL DO RS

Carlos Henrique Paim Mariot¹; Angela Da Cas Bundt²; Rogerio Silva Rubin³

Palavras-chave: *Echinochloa crusgalli*, cyhalofop-butyl, imidazolinonas, quinclorac

INTRODUÇÃO

O capim-arroz (*Echinochloa* spp.) está entre as principais plantas daninhas da cultura do arroz irrigado. Nos últimos anos, cerca de mais de metade da área de lavouras de arroz irrigado do Estado do Rio Grande do Sul (RS) são tratadas com herbicidas do grupo químico das imidazolinonas através do uso de cultivares resistentes de arroz. Essa tecnologia propiciou o controle químico de arroz-vermelho e de um amplo espectro de espécies de plantas daninhas, incluindo o capim-arroz. Entretanto, em diversas áreas, incluindo a região orizícola da Zona Sul do RS, devido ao uso por vários anos seguidos desta tecnologia, houve ocorrência de resistência desta infestante a estes herbicidas, inibidores da acetolactato sintase (ALS).

No sul do Brasil, a resistência de capim-arroz ao herbicida quinclorac, mimetizador de auxinas, foi relatada a mais de uma década (EBERHARDT e NOLDIN, 2000; MENEZES e RAMÍREZ, 2000; MEROTTO JÚNIOR et al., 2000). Com o passar do tempo, foram identificados nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, biótipos de capim-arroz com resistência múltipla a inibidores da ALS e mimetizador de auxinas (NOLDIN et al., 2009; MARIOT et al., 2010). Em razão disso, os produtores que enfrentam o problema de resistência têm limitação na disponibilidade de produtos para controle em pós-emergência. Assim, o herbicida CLINCHER[®] (cyhalofop-butyl) pertencente aos inibidores da acetil-coenzima A-carboxilase (ACCase), se constitui em importante alternativa para o controle pós-emergente de capim-arroz resistente tanto a inibidores da ALS, como a quinclorac. Dessa forma, esse trabalho teve o objetivo de avaliar a eficácia do herbicida Clincher isolado e associado a quinclorac e imidazolinonas no controle de capim-arroz resistente a herbicidas na cultura do arroz irrigado na Zona Sul do RS.

MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento foi conduzido a campo na estação de crescimento 2014/15, no Centro Tecnológico do Chasqueiro Ltda. em Arroio Grande-RS, localizado na região orizícola da Zona Sul do RS. A cultivar utilizada foi a Puitá INTA CL na densidade de 100 kg ha⁻¹ de sementes, no sistema de cultivo convencional. Na área experimental havia infestação de capim-arroz, espécie *Echinochloa crusgalli*, comprovadamente resistente a inibidores da ALS e a quinclorac.

Os tratamentos utilizados estão descritos na Tabela 1. Um tratamento com novo herbicida da Dow AgroSciences foi incluído em associação ao herbicida Kifix. O herbicida RASTER[®] é um produto formulado com associação de cyhalofop-butyl e penoxsulam (214,01 + 30 g i.a. L⁻¹). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com três repetições. No momento da aplicação, as plantas de arroz estavam no estágio V4 e as de capim-arroz com 2 folhas até 2 perfilhos, sendo que cerca de 80% da população de plantas desta infestante ainda não tinham perfilhos. A população média de capim-arroz na área experimental foi de 510 plantas m⁻².

¹ Eng. Agr. M.Sc., pesquisador, Dow Agrosciences Ind. Ltda, Av. das Nações Unidas, 14.171, Diamond Tower – 2º Andar, São Paulo (SP), CEP: 04794-000. Autor para correspondência. E-mail: cpmariot@dow.com

² Eng. Agr. Dr^a, pesquisadora, Dow Agrosciences Ind. Ltda. E-mail: adbundt@dow.com

³ Eng. Agr. M.Sc., gerente de pesquisa, Dow Agrosciences Indl. Ltda. E-mail: rsrubin@dow.com

A aspersão dos herbicidas foi realizada utilizando pulverizador portátil de precisão pressurizado a CO₂, com barra munida de quatro bicos espaçados em 0,5 m, de jato em leque, série DG Teejet 110.015, à pressão constante de 2,039 kg cm⁻², resultando num volume de calda aplicado equivalente a 150 L ha⁻¹. As aplicações totalizaram 2 m de cobertura nas unidades experimentais, cujas dimensões foram de 3 x 6 m (18 m²), tendo 1 m de testemunha lateral. A aplicação dos tratamentos manteve-se dentro dos padrões ideais preconizados pela tecnologia de aplicação de defensivos e afins. A irrigação por inundação iniciou 1 dia após a aplicação dos tratamentos e permaneceu durante todo o ciclo da cultura.

Foram avaliados a fitotoxicidade às plantas de arroz e o controle de capim-arroz. A fitotoxicidade foi avaliada de forma visual aos 15, 30, 45 e 60 dias após aspersão dos herbicidas (daa) na primeira época de aplicação, utilizando-se a escala percentual, onde zero significa ausência de fitotoxicidade e 100 significa morte total das plantas de arroz. O controle de capim-arroz foi avaliado de forma visual em cinco épocas após aspersão dos herbicidas (15, 30, 45 e 60 dias e na pré-colheita), utilizando-se a escala percentual, onde 100 significa controle total e zero significa ausência de controle. Os dados foram analisados através de análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 1. Tratamentos com herbicidas, Arroio Grande-RS, estação de crescimento 2014/15

Herbicidas ¹	Nome técnico	Nome comercial ²	Formulação ³ / concentração (g L, Kg ⁻¹)	Dose	
				(g i.a. ha ⁻¹)	(L ou Kg p.c. ha ⁻¹)
1.cyhalofop-butyl		Clincher	EC180	360	2,0
1.cyhalofop-butyl		Clincher	EC180	450	2,5
3.cyhalofop-butyl+quinclorac		Clincher+Facet	EC180+WP500	360+300	2,0+0,6
4.cyhalofop-butyl+ (imazapyr+imazapic)		Clincher+Kifix	EC180+ WG(525+175)	360+ (105+35)	2,0+0,2
5.cyhalofop-butyl+imazethapyr		Clincher+Imazetapir Plus	EC180+SL106	360+159	2,0+1,5
6.imazapyr+imazapic		Kifix	WG525+175	105+35	0,2
7.quinclorac		Facet	WP500	375	0,75
8.(cyhalofop-butyl+penoxsulam)+ (imazapyr+imazapic)		Raster+Kifix	SE(214+30)+ WG(525+175)	(385+54) (105+35)	1,8+0,2
9.Testemunha					

¹Tratamentos herbicidas e respectivos adjuvantes: **1, 2, 3, 4, 5 e 8** - 1,5 L ha⁻¹ de Veget oil; **6 e 7** - 0,5 L ha⁻¹ de Dash; ²Mecanismo de ação dos herbicidas: Clincher - inibidores da ACCase, Raster - inibidores da ACCase e ALS, Kifix (marca comercial da empresa Basf) e Imazetapir Plus Nortox (marca comercial da empresa Nortox) - inibidores da ALS, Facet (marca comercial da empresa Basf) - auxina sintética; ³EC:concentrado emulsionável, WP:pó molhável, WG:granulado dispersível, SL:concentrado solúvel, SE:suspo emulsão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada diferença significativa de fitotoxicidade ao arroz nos tratamentos testados, a qual foi muito baixa no experimento e observado algum sintoma somente aos 15 daa (dados não apresentados). Já para o controle de capim-arroz resistente a herbicidas houve variação entre os tratamentos (Tabela 2).

Para todos os tratamentos com o herbicida Clincher, aspergido isoladamente nas doses de 2,0 e 2,5 L ha⁻¹ ou associado aos herbicidas Facet, Kifix e Imazetapir Plus, houve controle satisfatório e sem diferença estatística entre os tratamentos nas avaliações até 60 daa. No entanto, na pré-colheita, Clincher associado a Facet apresentou controle inferior aos tratamentos com aplicação isolada. Na pré-colheita, somente os tratamentos com Clincher isolado entregaram controle total na área aplicada das unidades experimentais.

As associações de Clincher com Kifix e Imazetapir Plus apresentaram controle satisfatório na pré-colheita, porém em uma situação intermediária entre Clincher isolado e este associado com Facet, sem diferença significativa para estes tratamentos. Ainda na associação com imidazolinonas, observou-se em valores absolutos uma maior redução de

controle na associação com Imazetapir Plus em relação ao Kifix, embora sem diferença estatística entre estes tratamentos e com Clincher isolado.

Estas pequenas reduções observadas no controle de capim-arroz resistente nas associações, podem estar ligadas a algum efeito antagônico, interferindo no funcionamento de Clincher. Hipoteticamente, este efeito deve ocorrer em plantas já com um ou mais perfilhos em que, além do estágio mais avançado e teoricamente com maior dificuldade de controle, têm maior probabilidade de apresentarem rebrotes. Em razão disso, em avaliações iniciais, com 15 a 30 daa, observou-se controles de até 100% como nas associações de Clincher com Facet e com Kifix. Já nas avaliações finais, principalmente na pré-colheita, o controle caiu para 90% na associação com Facet por exemplo, provavelmente devido a rebrotes que ocorreram em plantas de capim-arroz.

O produto Raster, novo herbicida da Dow AgroSciences para a cultura do arroz irrigado e que foi testado na associação com Kifix, apresentou controle satisfatório e resultado similar ao tratamento de associação de Clincher com este herbicida do grupo das imidazolinonas.

Para os herbicidas Kifix e Facet, não houve controle, confirmando a resistência múltipla presente na população de plantas de capim-arroz da área experimental a inibidores da ALS e ao quinclorac, um mimetizador de auxinas. Para Kifix, ainda foi observada uma supressão nas avaliações iniciais e sintomas de fitotoxicidade nas plantas de capim-arroz, embora resistentes. Entretanto para Facet, não foi observado nem supressão como também nenhum sintoma de injúria nas plantas de capim-arroz, evidenciando alta resistência da população a este herbicida.

Tabela 2. Controle de capim-arroz resistente a herbicidas inibidores da ALS e quinclorac, aos 15, 30, 45 e 60 dias após aspersão dos herbicidas (daa) e na pré-colheita, Arroio Grande-RS, 2014/15

Tratamento (herbicidas ³)	L ou Kg p.c. ha ⁻¹	Controle ¹ (%)				
		15 daa	30 daa	45 daa	60 daa	Pré-colh.
1.Clincher	2,0	100 a ²	100 a	100 a	100 a	100 a
2.Clincher	2,5	100 a	100 a	99 a	99 a	100 a
3.Clincher + Facet	2,0+0,6	98 a	100 a	98 a	92 a	90 b
4.Clincher + Kifix	2,0+0,2	100 a	100 a	98 a	98 a	98 ab
5.Clincher + Imazetapir Plus	2,0+1,5	98 a	98 a	98 a	97 a	93 ab
6.Kifix	0,2	20 b	45 b	22 b	15 b	0 c
7.Facet	0,75	0 c	0 c	0 c	0 c	0 c
8.Raster + Kifix	1,8+0,2	100 a	100 a	100 a	98 a	97 ab
9.Testemunha		0 c	0 c	0 c	0 c	0 c
CV (%):		1,9	2,7	5,4	6,4	5,0

¹Avaliação em escala de 0 a 100%, onde 0 significa ausência de controle e 100 controle total das plantas de capim-arroz;

²Na coluna, médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade;

³Adjuvantes e doses adicionados conforme tratamentos: veget oil - 1,5 L ha⁻¹ (T1 a T5 e T8), Dash - 0,5 L ha⁻¹ (T6 e T7).

CONCLUSÃO

Clincher aplicado isolado e associado a imidazolinonas apresenta controle satisfatório de capim-arroz resistente a inibidores da ALS e quinclorac.

Clincher associado a Facet apresenta bom controle, mas não controle satisfatório de capim-arroz resistente a inibidores da ALS e quinclorac.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EBERHARDT, D.S.; NOLDIN, J.A. Resistência de capim-arroz (*Echinochloa crusgalli*) ao herbicida quinclorac. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Londrina: SBCPD, 2000. p.512.

MARIOT, C.H.P. et al. Resistência múltipla e cruzada de capim-arroz a herbicidas na cultura de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. **Resumos...** Londrina: SBCPD, 2010. p.1455-1459. CD-ROM.

MENEZES, V.G.; RAMIREZ, H.V. Resistance Echinochloa crusgalli L. to quinclorac in flooded Rice in southern Brasil. In: INTERNATIONAL WEED SCIENCE CONGRESS, 3., 2000, Foz do Iguaçu. **Abstracts...** Corvallis: IWSC. P.140.

MEROTTO JUNIOR, A. et al. Resistência de Echinochloa crusgalli à quinclorac. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Londrina: SBCPD, 2000. p.513.

NOLDIN, J.A. et al. Capim-arroz com resistência múltipla a herbicidas em Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 6., 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Palotti, 2009. p. 308-311.

CLINCHER[®] NO CONTROLE DE CAPIM-ARROZ RESISTENTE A IMIDAZOLINONAS NO LITORAL NORTE DO RS

Carlos Henrique Paim Mariot¹; Angela Da Cas Bundt²; Rogerio Silva Rubin³

Palavras-chave: *Echinochloa crusgalli*, resistência, cyhalofop-butyl, arroz irrigado

INTRODUÇÃO

O capim-arroz (*Echinochloa* spp.) ocorre com grande frequência e distribuição nas regiões produtoras de arroz irrigado, estando entre as principais plantas daninhas infestantes da cultura no Brasil e no mundo. Nos últimos anos, cerca de mais de metade da área de lavouras de arroz irrigado do Estado do Rio Grande do Sul (RS) são tratadas com herbicidas do grupo químico das imidazolinonas através do uso de cultivares resistentes de arroz. Essa tecnologia propiciou o controle químico de arroz-vermelho e de um amplo espectro de espécies de plantas daninhas, incluindo o capim-arroz. Entretanto, em diversas áreas, incluindo a região do Litoral Norte do RS, devido ao uso por vários anos seguidos destes herbicidas, inibidores da acetolactato sintase (ALS), surgiram plantas de capim-arroz com resistência. Nessa região, a área com uso de cultivares resistentes a herbicidas imidazolinonas atingiu ao redor de 80% na última safra, e o problema da resistência do capim-arroz aumenta a cada safra.

No sul do Brasil, foram identificados nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, biótipos de capim-arroz com resistência múltipla a inibidores da ALS e a quinclorac (NOLDIN et al., 2009; MARIOT et al., 2010). Em razão disso, os produtores que enfrentam o problema de resistência têm limitação na disponibilidade de produtos para controle em pós-emergência. Assim, o herbicida CLINCHER[®] (cyhalofop-butyl) pertencente aos inibidores da acetil-coenzima A-carboxilase (ACCase), se constitui em importante alternativa para o controle pós-emergente de capim-arroz resistente tanto a inibidores da ALS, como a quinclorac. Dessa forma, esse trabalho teve o objetivo de avaliar a eficácia do herbicida Clincher aspergido isolado, associado e em sequencial a herbicidas imidazolinonas no controle de capim-arroz resistente aos inibidores da ALS na cultura do arroz irrigado, na região do litoral norte do RS.

MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento foi conduzido a campo na estação de crescimento 2014/15, na Estação de Pesquisa Canquerini Agrocomercial e FM Canquerini, em Capivari do Sul-RS, localizada na região orizícola da Planície Costeira Externa à Lagoa dos Patos, comumente denominada de Litoral Norte. A cultivar utilizada foi a Puitá INTA CL na densidade de 100 kg ha⁻¹ de sementes, no sistema de cultivo convencional. Na área experimental havia infestação de capim-arroz (*Echinochloa crusgalli*) comprovadamente resistente a inibidores da ALS, cuja população média foi de 550 plantas m⁻².

Os tratamentos utilizados estão descritos na Tabela 1, havendo duas épocas de aplicação de herbicidas. Os tratamentos 1, 2, 5, 6 e 7 foram aplicados em pós emergência inicial das plantas daninhas, imediatamente antes do início da irrigação por inundação; já os tratamentos 3 e 4 constituíram-se em aplicações sequenciais aonde os herbicidas imidazolinonas foram aplicados em pós emergência inicial e o Clincher 10 dias após. A primeira aplicação foi no dia 19/12/2014 e a segunda com Clincher em sequencial, no dia

¹ Eng. Agr. M.Sc., Pesquisador, Dow Agrosciences Ind. Ltda, Av. das Nações Unidas, 14.171, Diamond Tower – 2º Andar, São Paulo (SP), CEP: 04794-000. Autor para correspondência. E-mail: cpmariot@dow.com

² Eng. Agr. Dr^a, Pesquisadora, Dow Agrosciences Ind. Ltda. E-mail: adbundt@dow.com

³ Eng. Agr. M.Sc., gerente de pesquisa, Dow Agrosciences Indl. Ltda. E-mail: rsrubin@dow.com

29/12/2014. Um tratamento com novo herbicida da Dow AgroSciences para arroz irrigado foi incluído em associação ao herbicida Kifix, afim de observação. RASTER® é um produto formulado com associação de cyhalofop-butyl e penoxsulam (214,01 + 30 g i.a. L⁻¹).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições. No momento da primeira aplicação, as plantas de arroz estavam no estágio V4-V5 e as de capim-arroz com 3 folhas a 1 perfilho. Na segunda aplicação, as plantas de arroz estavam no estágio V6 e as de capim-arroz com 2 a 5 perfilhos. Este momento de aplicação é o mais usual por grande parte dos produtores da região do Litoral Norte do RS.

A aspersão dos herbicidas foi realizada utilizando pulverizador portátil de precisão pressurizado a CO₂, com barra munida de quatro bicos espaçados em 0,5 m, de jato em leque, série DG Teejet 110.015, à pressão constante de 2,039 kg cm⁻², resultando num volume de calda aplicado equivalente a 150 L ha⁻¹. As aplicações totalizaram 2 m de cobertura nas unidades experimentais, cujas dimensões foram de 3 x 6 m (18 m²), tendo 1 m de testemunha lateral. A aplicação dos tratamentos manteve-se dentro dos padrões ideais preconizados pela tecnologia de aplicação de defensivos e afins. A irrigação por inundação iniciou 1 dia após a primeira aplicação dos tratamentos e permaneceu durante todo o ciclo da cultura.

Foram avaliados a fitotoxicidade às plantas de arroz e o controle de capim-arroz. A fitotoxicidade foi avaliada de forma visual aos 15, 30, 45 e 60 dias após aspersão dos herbicidas na primeira época de aplicação, utilizando-se a escala percentual, onde zero significa ausência de fitotoxicidade e 100 significa morte total das plantas de arroz. O controle de capim-arroz foi avaliado de forma visual em cinco épocas após aspersão dos herbicidas na primeira época de aplicação (15, 30, 45 e 60 dias e na pré-colheita), utilizando-se a escala percentual, onde 100 significa controle total e zero significa ausência de controle. Os dados foram analisados através de análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 1. Tratamentos com herbicidas, Capivari do Sul-RS, estação de crescimento 2014/15

Herbicidas ¹		Formulação ³ / concentração (g L, Kg ⁻¹)	Dose	
Nome técnico	Nome comercial ²		(g i.a. ha ⁻¹) (L, Kg p.c. ha ⁻¹)	
1.cyhalofop-butyl+ (imazapyr+imazapic)	Clincher+Kifix	EC180+ WG(525+175)	360+ (105+35)	2,0+0,2
2.cyhalofop-butyl+imazethapyr	Clincher+Imazetapir Plus	EC180+SL106	360+159	2,0+1,5
3.imazapyr+imazapic //	Kifix //	WG(525+175) //	(105+35) //	0,2 // 2,5
cyhalofop-butyl ⁴	Clincher ⁴	EC180	440	
4.imazethapyr //	Imazetapir Plus //	SL106 //	159 //	1,5 // 2,5
cyhalofop-butyl ⁴	Clincher ⁴	EC180	440	
5.(cyhalofop-butyl+penoxsulam)+ (imazapyr+imazapic)	Raster+Kifix	SE(214+30)+ WG(525+175)	(385+54) (105+35)	1,8+0,2
6.imazethapyr	Imazetapir Plus	SL106	159	1,5
7.cyhalofop-butyl	Clincher	EC180	360	2,0
8.testemunha				

¹Tratamentos herbicidas e respectivos adjuvantes: 1, 2, 5, 7 e, 3 e 4 (para Clincher em sequencial 10 daa de Kifix e Imazetapir) - 1,5 L ha⁻¹ de Veget oil; 3, 4 e 6 - 0,5 L ha⁻¹ de Dash; ²Mecanismo de ação dos herbicidas: Clincher - inibidores da ACCase, Raster - inibidores da ACCase e ALS, Kifix (marca comercial da empresa Basf) e Imazetapir Plus Nortox (marca comercial da empresa Nortox) - inibidores da ALS; ³EC:concentrado emulsionável, WG:granulado dispersível, SL:concentrado solúvel, SE:suspo emulsão; ⁴Nos tratamentos 3 e 4, Clincher foi aplicado, sobre lâmina d'água, 10 daa dos herbicidas Kifix e Imazetapir Plus.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada fitotoxicidade significativa ao arroz nos tratamentos testados, a qual foi baixa no experimento e observado algum sintoma somente aos 15 daa (dados não apresentados). Para o controle de capim-arroz resistente a herbicidas houve variação

significativa entre os tratamentos testados (Tabela 2).

Na comparação de Clincher aspergido em associação com Kifix e Imazetapir Plus com a aplicação em sequencial, observou-se resultados de controle similares entre 30 e 60 daa, mas com resposta final mais favorável quando a aplicação deu-se de modo sequencial. Na pré-colheita, o controle observado nos tratamentos com aplicação sequencial de Clincher foi maior do que Clincher associado a Imazetapir e não se diferenciou estatisticamente da associação do mesmo com Kifix, embora com valor absoluto de controle superior.

Na avaliação de 15 daa, o controle foi maior nos tratamentos de Clincher em associação, do que em sequencial, obviamente pelo fato de ter sido somente 5 dias após a aplicação de Clincher nestes tratamentos e pouco tempo para apresentar efeito. Nesta mesma avaliação, somente o tratamento de Clincher associado a Kifix não se diferenciou de Clincher isolado, o qual foi o único tratamento nesta fase inicial que chegou ao controle de 100%. Comparando-se as associações de Clincher com imidazolinonas, a mistura com Kifix mostrou-se superior em valores absolutos de controle, embora não tenha se diferenciado estatisticamente da mistura com Imazetapir Plus em todas as avaliações. Estes tratamentos com melhores resultados foram similares ao tratamento com Clincher isolado, aplicado na dose de 2 L ha⁻¹.

O herbicida Raster na associação com Kifix apresentou controle satisfatório e resultado similar ao tratamento de associação de Clincher com este herbicida do grupo das imidazolinonas. Para o herbicida Imazetapir Plus, observou-se uma pequena supressão nas avaliações iniciais, mas não houve controle, confirmando a resistência presente na população de plantas de capim-arroz da área experimental aos inibidores da ALS.

Tabela 2. Controle de capim-arroz resistente a herbicidas inibidores da ALS, aos 15, 30, 45 e 60 dias após aspersão dos herbicidas (daa) e na pré-colheita, Capivari do Sul-RS, 2014/15

Tratamento (herbicidas ³)	L ou Kg p.c. ha ⁻¹	Controle ¹ (%)				
		15 daa	30 daa	45 daa	60 daa	Pré-colh.
1.Clincher+Kifix	2,0+0,2	95 ab ²	97 a	97 a	97 a	90 ab
2.Clincher+Imazetapir Plus	2,0+1,5	92 b	93 a	93 a	88 a	80 b
3.Kifix // Clincher ⁴	0,2 // 2,5	77 c	97 a	98 a	97 a	95 a
4.Imazetapir Plus // Clincher ⁴	1,5 // 2,5	75 c	98 a	98 a	97 a	95 a
5.Raster+Kifix	1,8+0,2	93 b	95 a	95 a	92 a	88 ab
6.Imazetapir Plus	1,5	12 d	15 b	8 b	5 b	0 c
7.Clincher	2,0	100 a	98 a	95 a	93 a	93 ab
8.Testemunha		0 e	0 c	0 c	0 c	0 c
CV (%):		3,0	5,2	5,8	5,0	7,7

¹Avaliação em escala de 0 a 100%, onde 0 significa ausência de controle e 100 controle total das plantas de capim-arroz;

²Na coluna, médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade;

³Adjuvantes e doses adicionados conforme tratamentos: veget oil - 1,5 L ha⁻¹ (T1, T2, T5, T7 e, T3 e T4 para Clincher), Dash - 0,5 L ha⁻¹ (T3, T4 e T6);

⁴Nos tratamentos 3 e 4, Clincher foi aplicado, sobre lâmina d'água, 10 daa dos herbicidas Kifix e Imazetapir Plus.

CONCLUSÃO

A aplicação de Clincher isolado, associado ao Kifix ou em aplicação sequencial à imidazolinonas proporciona controle eficiente de capim-arroz resistente à inibidores da ALS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MARIOT, C.H.P. et al. Resistência múltipla e cruzada de capim-arroz a herbicidas na cultura de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. **Resumos...** Londrina: SBCPD, 2010. p.1455-1459. CD-ROM.

NOLDIN, J.A. et al. Capim-arroz com resistência múltipla a herbicidas em Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 6., 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Palotti, 2009. p. 308-311.

CONTEÚDO RELATIVO DE ÁGUA E POTENCIAL OSMÓTICO DE PLANTAS DE ARROZ IRGA 424 FRENTE APLICAÇÃO DE HERBICIDAS EM CONDIÇÕES DE SALINIDADE

Gabriele Espinel Ávila¹; Ítalo Lucas de Moraes¹; Cristina Copstein Cuchiara²; Lariza Benedetti¹; Diogo da Silva Moura¹; Marcelo Alves Peres³; Sidnei Deuner⁴

Palavras-chave: *Oryza sativa* L.; cloreto de sódio; controle químico; estresse salino.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos alimentos mais importantes para a nutrição humana. Ocupa área de 158 milhões de hectares, sendo o segundo cereal mais cultivado no planeta, com produção de 662 milhões de toneladas, responsáveis por 29% dos grãos utilizados para a alimentação humana (SOSBAI, 2010).

Segundo dados da FAO (2008), aproximadamente 20% das terras cultivadas no mundo enfrentam problemas de salinização dos solos, devido a ciclos sucessivos de encharcamento e evaporação (FÉLIX; DUARTE, 2005), especialmente em áreas tropicais, irrigadas e com drenagem inadequada (SOUZA FILHO et al., 2003). Os efeitos tóxicos da salinidade nas plantas incluem diminuição da germinação e crescimento de plântulas (ASHRAF, 2010), redução da expansão foliar e, consequentemente, da área fotossintética e da produção de matéria seca (MANSOUR; SALAMA, 2004).

A competição entre plantas cultivadas e daninhas por água, luz e nutrientes constitui outra causa limitante da produtividade (PITELLI, 1985). No Brasil estima-se que as perdas ocasionadas aos cultivos agrícolas pela interferência de invasoras sejam em torno de 20 a 30% (LORENZI, 2014). O controle químico de plantas daninhas, através da utilização de herbicidas, é o método mais adotado pelos produtores de arroz devido à praticidade, eficiência, alto rendimento operacional e economia de mão-de-obra (FLECK et al., 2008).

Pouco se sabe acerca dos efeitos do controle químico sobre o arroz irrigado em condições de salinidade da água de irrigação. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o conteúdo relativo de água e potencial osmótico de plantas de arroz cv. IRGA 424 frente à ação de herbicidas recomendados para a cultura em condições de salinidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o ano agrícola de 2013/14 e as unidades experimentais foram compostas por baldes plásticos (oito litros), preenchidos com solo coletado de área de várzea. Utilizou-se a cv. IRGA 424, na população de 15 plantas por vaso, totalizando a densidade de 300 plantas por metro quadrado.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial (A x B), sendo o fator A composto pela salinidade na água de irrigação (A₁ salina ou A₂ não salina) e o fator B constituído por quatro herbicidas e suas respectivas dosagens máximas recomendadas para a cultura do arroz irrigado. Os herbicidas utilizados foram Aura[®] 200 (profoxídim 200 g.i.a L⁻¹), Clincher[®] (cialofopé butílico 180 g.i.a L⁻¹), Nominee[®] (bispiribaque sódico 400 g i.a L⁻¹) e Gamit[®] (clomazone 360 g.i.a L⁻¹). A aplicação dos produtos ocorreu em pós-emergência (antes do estabelecimento da lâmina de água) no estágio vegetativo V3-V4 segundo Counce et al. (2000). Para tal utilizou-se pulverizador costal de precisão, pressurizado a CO₂, equipado com barra composta de quatro pontas de pulverização jato

¹Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, Departamento de Botânica/DB, Instituto de Biologia/IB, Universidade Federal de Pelotas/UFPel, Caixa Postal 354, CEP 96010 – 900, Capão do Leão, RS, Brasil, Fone: (53) 3275-7640/Fax: (53) 3275-7169, gabriele.esp@gmail.com

²Doutora em Fisiologia Vegetal, DB, IB, UFPel.

³Graduando em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/FAEM, UFPel.

⁴Professor Adjunto, DB, IB, UFPel.

plano do tipo leque, série 110-02, espaçadas em 50 cm, calibrado para aplicar volume de calda de 150 L ha⁻¹.

No dia posterior a aplicação efetuou-se adubação nitrogenada em cobertura e adição de lâmina de água de 2,5 cm. Para o fator salinidade, manteve-se a lâmina à condutividade de 7,5 dS m⁻¹, aferida por meio de condutivímetro Schoot LF 613T. Mensurou-se diariamente a condutividade elétrica da lâmina de irrigação dos baldes, para reposição da água na condutividade suficiente para formar a concentração inicial. Nos vasos pertencentes ao fator não salino (controles) adicionou-se água destilada. Amostras de folhas e raízes foram realizadas aos 14 dias após aplicação dos herbicidas (DAA).

A análise do conteúdo relativo de água da parte aérea (CRA%) ocorreu imediatamente após a coleta e seguiu-se conforme a metodologia descrita por Smart & Bingham (1974), adaptada para folhas de arroz. Foram cortadas 20 lâminas com tamanhos de 2 cm da superfície foliar de formato retangular, depois pesadas em balança de precisão para verificar a massa fresca (MF). Em seguida, imersas em água destilada por 24 horas, para pesagem da massa túrgida (MT). Posteriormente, esse material foi levado a estufa a 80°C por período de 24 horas para aferição da massa seca (MS). De posse destes dados pôde-se calcular o CRA % através da equação: $CRA \% = (MF - MS/MT - MS)$.

A avaliação do potencial osmótico em folhas e raízes de arroz foi por meio de osmômetro de pressão de vapor modelo 5600 VAPRO (Wescor, Logan, Utah, EUA). As amostras (700 mg) foram maceradas em tubos *ependorf* utilizando-se para tal, bastão de vidro e, posteriormente centrifugadas a 12000 g a temperatura de 4°C. Os valores obtidos em mmol kg⁻¹ foram convertidos em potencial osmótico (Ψ_s), por meio da equação de Van't Hoff em que $\Psi_s = -C \times 2,58 \times 10^{-3}$, na qual C é o valor de osmolalidade obtido em 10 μ L de suco celular em cada medida.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização de herbicidas associados ao tratamento salino causou redução do CRA, com exceção do clomazone, o qual exibiu aumentou de 12,56% em relação ao seu controle (Figura 1A). Os menores valores médios foram observados nos tratamentos salinos associados ao cialofope-butilico e ao profoxidim. Essas respostas provavelmente estão relacionadas à diminuição de turgor celular na condição de estresse.

Para a variável potencial osmótico (Ψ_s) nas folhas, em relação aos herbicidas, relacionados ou não a salinidade, todos os tratamentos acrescidos de NaCl diferiram de seus controles, exceto clomazone (Figura 1B). Já analisando o fator salinidade, apenas bispiribaque-sódico distinguiu dos demais tratamentos.

Para o Ψ_s nas raízes, dentro do fator não salino, somente o herbicida cialofope-butilico diferiu de todos os tratamentos, expressando o menor valor. Bispiribaque-sódico, com a maior média de Ψ_s , distinguiu daquele citado anteriormente e também do clomazone (Figura 1C).

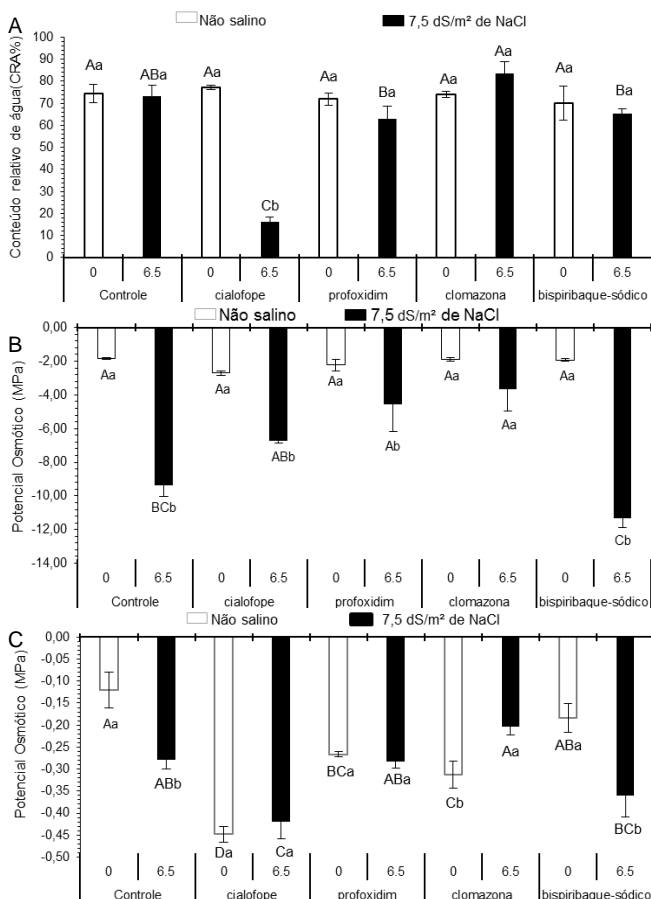


Figura 1. Conteúdo relativo de água (CRA%) em folhas (A) e potencial osmótico (MPa) em folhas (B) e raízes (C) de plantas de arroz cv. IRGA 424 submetidas a diferentes tratamentos herbicidas, aos 14 DAA associados ou não a salinidade na água de irrigação. Letras iguais não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo que, letras maiúsculas, comparam os diferentes herbicidas dentro de cada nível de salinidade, e letras minúsculas, comparam os dois níveis de salinidade para cada herbicida.

Isolando-se o fator herbicida, destaca-se o clomazona, o qual apresentou aumento da média do potencial osmótico das raízes frente à aplicação em condições salinas. As citocromo P450 monooxigenases participam na fase de metabolismo de xenobióticos e na desintoxicação inicial de herbicidas, conduzindo muitas vezes a seletividade de culturas (YUN, 2005). O clomazona é um pré-herbicida e, portanto, necessita ser metabolizado a 5-cetoclomazone. Tal metabolização é executada por citocromo P450 monooxigenases e o produto desta, é o composto ativo que inibe deoxixilulose 5-fosfato sintase, enzima chave da via dos isoprenóides que catalisa o primeiro passo da rota do Metileritritol fosfato (MEP) (YASUOR, 2010). O incremento da salinidade, poderia ter aumentado a expressão dos citocromos P450 monooxigenases, ocorrendo maior conversão de clomazone a 5-cetoclomazone, inibindo assim a enzima deoxixilulose 5-

fosfato sintase na rota plastidial dos isoprenoides, que envolve a condensação de piruvato e gliceraldeído-3-fosfato formando 1-desoxi-D-xilulose 5-fosfato como um primeiro intermediário. Essa rota é chave para a síntese de isoprenos, carotenoides e ácido abscísico (ABA). Com essa inibição poderia ocorrer menor produção de ABA, visto ser o Isopentenil difosfato (IPP) necessário a formação deste nos plastídeos. Com menor produção de ABA poderia ocorrer menor fechamento estomático, e com isso, evitar a redução no potencial osmótico pela manutenção da turgescência celular.

CONCLUSÃO

Dentre os herbicidas utilizados, o clomazone aplicado no arroz irrigado com água salina apresentou recuperação dos parâmetros CRA de parte aérea e potencial osmótico de raízes constituindo-se este, uma alternativa ao controle químico de plantas daninhas.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASHRAF, M. et al. Amelioration of salt stress in sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) by supplying potassium and silicon in hydroponics. **Pedosphere**, v. 20, n. 2, p. 153-162, 2010.
- COUNCE, P. A. et al. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 2, p. 436-443, 2000.
- FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: <<http://www.fao.org/>>. Acesso em: 20 Jun. 2015.
- FÉLIX, J.M.; DUARTE, R. Estresse salino em arroz. Disponível em: <<http://www.cafe.cbmeg.unicamp.br/>>. Acesso em: 20 jun. 2015.
- FLECK, N. G. et al. Suscetibilidade de três espécies de angiquinho (*Aeschynomene* spp.) a herbicidas de utilização em pós-emergência em arroz irrigado. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, RS, v.14, n. 3-4, p.77-86, jul-set, 2008.
- LORENZI, H. (7 Ed.). **Manual de identificação e controle de plantas daninhas plantio direto e convencional**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2014.
- MANSOUR, M. M. F.; SALAMA, K. H. A. Cellular basis of salinity tolerance in plants. **Environmental and Experimental Botany**, v. 52, n. 2, p. 113-122, 2004.
- PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v. 11, n. 129, p. 16-27, 1985.
- SMART, R. E.; BINGHAM, G. E. Rapid estimates of relative water content. **Plant Physiology**, v. 53, n. 2, p. 258-260, 1974.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). Publicações dos Congressos Brasileiros de Arroz Irrigado. 2010. Disponível em: <<http://www.sosbai.com.br/>>. Acesso em: 14 jun. 2015.
- SOUZA FILHO, G.A. de S. et al. Accumulation of SALT protein in rice plants as a response to environmental stress. **Plant Science**, Limerick, v. 164, n.4, p.623-628, 2003.
- YASUOR, H. et al. Differential Oxidative Metabolism and 5-Ketoclomazon Accumulation Are Involved in *Echinochloa phyllopogon* Resistance to Clomazone. **Plant Physiology**, vol. 153, p. 319–326, 2010.
- YUN, M. et al. Cytochrome P-450 monooxygenase activity in herbicide-resistant and -susceptible late watergrass (*Echinochloa phyllopogon*). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 83, p. 107–114, 2005.

CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS E TOXICIDADE DE HERBICIDAS UTILIZADOS EM PÓS EMERGÊNCIA NA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO

Francisco de Assis Pujol Goulart¹; Ricardo de Mello Scalcon²; Diego Martins Chiapinotto²;
André Andres³; Carlos Eduardo Schaedler⁴

Palavras-chave: Seletividade, produtividade, controle químico.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa*) é um dos cereais mais produzidos no mundo, juntamente com o trigo e o milho, fazendo parte da alimentação de cerca da metade da população mundial (AGOSTINETO, 2001). Esse cereal originário do sudeste da Ásia é amplamente cultivado no Brasil, sendo a região sul a principal produtora. O Rio Grande do Sul é responsável por aproximadamente, 67% da produção nacional (IBGE, 2015). Destacando-se dos demais estados principalmente por atender demandas fisiológicas do ciclo da cultura, como alto período de radiação solar, disponibilidade de água, bem como solos adequados ao cultivo.

Entretanto, mesmo a região apresentando condições favoráveis para o cultivo, a produtividade média das lavouras, que vem aumentando nos últimos dez anos, devido a novas tecnologias de produção, controle de pragas e doenças, bem como controle de plantas daninhas com a utilização de herbicidas, ainda está aquém do potencial da cultura expresso em áreas experimentais. O potencial pode chegar até 13 t.ha⁻¹, enquanto que a produtividade média do estado do Rio Grande do Sul apresenta 7,5 t.ha⁻¹ (CONAB, 2014).

Entre os fatores responsáveis por perdas de produtividade na cultura do arroz irrigado, pode-se considerar o manejo de irrigação, condições climáticas e controle insatisfatório de plantas daninhas. Dentre os manejos adotados para o controle de espécies daninhas, o controle químico é amplamente utilizado e seu uso é imprescindível para assegurar a produtividade da cultura. Porém, seu uso além de não garantir 100% de controle, de modo geral, causa toxicidade na cultura, dependendo de alguns fatores como escolha da cultivar, início da irrigação permanente e adoção da dose recomendada do herbicida para a cultura (DAL MAGRO et al., 2006).

Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar o controle de plantas daninhas e toxicidade causada por herbicidas utilizados em pós-emergência na cultura do arroz irrigado em estádios iniciais de desenvolvimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2014/2015 no município de Uruguaiana – RS, na propriedade Santa Ernestina, localizada no 4º distrito João Arregui. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições. Foram realizados cinco tratamentos sendo a utilização de quatro herbicidas em aplicação pós emergente mais um tratamento testemunha sem aplicação de herbicida. Os herbicidas utilizados foram: Penoxsulan, Cialofope butílico, Clomazone, associação de Clomazone + Cialofope butílico e testemunha.

Cada unidade experimental consistiu em parcelas de 2x5 m, com área útil de parcela para avaliações de 1,5x4 m. A semeadura do arroz foi realizada no dia 20 de novembro de 2014. A cultivar utilizada foi Puitá Inta-CL, com densidade de semeadura de 100 kg.ha⁻¹, e espaçamento entre linhas de 0,17 m. A adubação de base, como os demais manejos necessários para atender a expectativa da cultivar seguiram as recomendações técnicas

¹Graduando em agronomia, UNIPAMPA, Rua Luiz Joaquim de Sá Britto, s/n - Bairro: Promorar - Itaqui - RS - CEP: 97650-000. franciscogoulart91@gmail.com

²Graduando em agronomia, Universidade Federal do Pampa

³Pesquisador, Embrapa

⁴Professor adjunto, Universidade Federal do Pampa

para a cultura (SOSBAI, 2014).

A aplicação dos herbicidas foi realizada aos 25 dias após a emergência da cultura, quando as plantas encontravam-se em estágio de até V4 (COUNCE et al., 2000), com pulverizador costal pressurizado com CO₂. A calda foi de 100 L.ha⁻¹, as doses dos produtos seguiram conforme recomendações. A dose do herbicida Penoxsulam foi de 60 g i.a ha⁻¹, para o Cialofope butílico 270 g i.a ha⁻¹, o Clomazone foi utilizado 500 g i.a ha⁻¹, e para a associação de Clomazone + Cialofope foi de 500 e 270 g i.a ha⁻¹, respectivamente (SOSBAI, 2014).

As variáveis avaliadas foram toxicidade na cultura e controle de plantas daninhas aos sete, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos. Para a avaliação da fitotoxicidade foi utilizada atribuição de notas em escala percentual, onde 0% significou ausência de toxicidade ou controle e 100% morte das plantas de arroz ou controle total das plantas daninhas. Estas avaliações foram realizadas por duas pessoas, onde comparou-se aspectos como estatura e coloração das plantas em relação ao tratamento testemunha. O mesmo serviu de base para a avaliação do controle de plantas daninhas. As espécies de plantas daninhas predominantes na área foram *Oryza sativa*, *Aeschynomene* spp. e *Echinochloa* spp, sendo que estas serviram como base para o controle percentual de plantas daninhas.

Antecedendo a colheita, foram coletadas dez panículas por parcela para ser contabilizado o número total de grãos por panícula, número de grãos cheios e chocho por panícula. Ao final do ciclo do arroz foi realizada a colheita para comparar a produtividade entre os tratamentos, efetuada quando a cultura apresentava o grão com umidade próxima a 20%. A colheita foi realizada de forma manual. Os dados foram analisados pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. Utilizou-se o teste DMS de Fischer para comparação das médias entre os tratamentos (p≤0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa entre os tratamentos de herbicidas para a variável controle de plantas daninhas (Tabela 1). O herbicida Penoxsulam se destacou com o maior controle em todas as épocas de avaliação, não diferindo do tratamento com Clomazone. O herbicida que apresentou menor controle foi o Cialofope butílico, e na associação dos herbicidas Clomazone + Cialofope butílico, conforme apresentado na Tabela 1. Os demais tratamentos apresentaram valores intermediários para esta variável.

Tabela1 – Controle (%) de angiquinho e capim-arroz por diferentes herbicidas aplicados em pós-emergência na cultivar Puitá Inta-CL. Uruguiana – RS, 2015.

Tratamento	Dias após aplicação dos tratamentos							
	7		14		21		28	
Clomazone	17	A ¹	54	AB	76	AB	76	AB
Clomazone+Cialofope	15	AB	40	C	59	AB	62	B
Cialofope	11	B	36	C	50	B	50	B
Penoxsulam	18	A	68	A	92	A	93	A
Testemunha	0	C	0	D	0	C	0	C
CV (%)	25		31		33		32	

¹ Médias seguidas de letras distintas maiúscula, na coluna, diferem pelo teste de DMS de Fischer (p≤0,05).

O herbicida Penoxsulam, em geral, se destacou com maior porcentagem controle das espécies de plantas daninhas para todas as épocas avaliadas (Tabela 1). Já, o herbicida Cialofope foi o que apresentou menor porcentagem de controle. A maior porcentagem de controle de plantas daninhas pelo herbicida Penoxsulam pode estar associada com a antecipação do início da irrigação, corroborando com trabalho avaliando a eficácia deste herbicida associado com a inundação permanente da lavoura, onde o controle das plantas

daninhas se intensificou (PINTO et al., 2008).

Para a variável toxicidade na cultura, houve diferença entre os tratamentos herbicidas testados (Tabela 2). De modo geral, todos os herbicidas causaram toxicidade na cultura, contudo, a partir do 21º dia após aplicação dos tratamentos a toxicidade na cultura apresentou decréscimo, conforme Tabela 2. Este resultado é o tempo que normalmente a cultura leva para se recuperar de danos causados pela aplicação dos herbicidas (DAL MAGRO et al., 2006).

O tratamento que apresentou a maior toxicidade na cultura, para as épocas avaliadas, foi o Clomazone seguido pelo tratamento com a associação de Clomazone + Cialofope butílico. Resultado semelhante foi encontrado por Martini et al., (2012), onde os valores de toxicidade foram maiores no tratamento com o herbicida Clomazone. Os demais tratamentos apresentaram baixa toxicidade na cultura, se tornando praticamente nulos a partir do 21º dia após a aplicação dos herbicidas, como demonstra a Tabela 2.

Os demais tratamentos herbicidas, referentes à toxicidade na cultura, apresentaram valores inferiores em relação ao Clomazone. Fica evidenciado nesse trabalho que na associação dos herbicidas Clomazone + Cialofope butílico, mesmo utilizando-se doses iguais aos tratamentos isolados, houve redução de toxicidade na cultura, em relação ao tratamento clomazone.

Tabela 2 – Toxicidade na cultura do arroz irrigado por diferentes herbicidas aplicados em pós-emergência na cultivar Puitá Inta-CL. Uruguaiana – RS, 2015.

Tratamento	Dias após aplicação dos tratamentos			
	7	14	21	28
Clomazone	15 A ¹	30 A	35 A	31 A
Clomazone+Cialofope	10 B	9 B	20 B	12 B
Cialofope	10 B	8 B	2 C	1 C
Penoxsulam	8 B	6 B	5 C	1 C
Testemunha	0 C	0 C	0 C	0 C
CV (%)	20	20	35	29

¹ Médias seguidas de letras distintas maiúscula, na coluna, diferem pelo teste de DMS de Fischer (p≤0,05).

Referente às variáveis peso de mil grãos, grãos cheio e total de grão por panícula não houve diferença entre os tratamentos testados, conforme podemos visualizar na Tabela 3. Quanto às variáveis grãos estéreis por panícula e produtividade, houve diferença significativa entre os tratamentos estudados (Tabela 3).

Tabela 3 – Grãos por panícula, peso de mil grãos e produtividade da cultivar Puitá Inta-CL em diferentes herbicidas aplicados em pós-emergência. Uruguaiana – RS, 2015.

Tratamento	Grãos panícula ¹			PMG ¹	Produtividade (kg.ha ⁻¹)
	Estéril	Cheio	Total		
Cialofope	2 B ²	141 ns ³	143 ns	28 ns	8582 A
Penoxsulam	5 A	151	156	28	8516 A
Clomazone	5 A	156	161	27	8486 A
Clomazone+Cialofope	7 A	152	159	27	8427 A
Testemunha	6 A	150	156	28	7713 B
CV (%)	34	13	12	4	9

¹ Peso de mil grãos. ² Médias seguidas de letras distintas maiúscula, na coluna, diferem pelo teste de DMS de Fischer (p≤0,05). ³ ns não significativo pelo teste F (≤0,05).

Referente à produtividade, todos os tratamentos com herbicidas apresentaram produtividade maior em relação ao tratamento testemunha. O Cialofope butílico é herbicida seletivo para a cultura, causando danos mínimos em sua utilização, o que pode explicar o baixo número de grãos estéreis por panícula nesse tratamento (MARTINI et al., 2012). Embora existam diferenças quanto à toxicidade causada pelos herbicidas na cultura, sendo

algumas severas, não houve diferença nos resultados da produtividade, o que também foi evidenciado por Martini et al. (2013), que não encontraram diferença na produtividade entre tratamentos com herbicidas que causaram diferentes níveis de toxicidades na cultura, utilizados em sua pesquisa.

CONCLUSÕES

O herbicida Cialofope butílico é seletivo para a cultura e apresenta menor número de grãos estéreis por panículas. O herbicida Clomazone, em relação aos demais herbicidas testados, causa maior toxicidade na cultivar Puita Intá-Cl, dos sete aos 28 dias após a sua aplicação em pós emergência. O tratamento com Penoxsulam se destaca no controle de plantas daninhas junto com o herbicida Clomazone.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINETTO, Dirceu et al. ARROZ VERMELHO: ECOFISIOLOGIA E ESTRATÉGIAS DE CONTROLE. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 2, p. 341-349, Abril. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782001000200026&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 08 de jun. 2015.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. 6º Levantamento da safra de 2013/2014. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_03_12_08_41_24_boletim_graos_marco_2014.pdf>. Acessado em: 09 de junho de 2015.
- COUNCE, P. A. et al. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. *Crop Science*, Madison, v.40, n.2, p.436-443, 2000.
- DAL MAGRO, T. et al. Suscetibilidade de cultivares de arroz irrigado (*Oryza sativa*) à deriva simulada do herbicida imazethapyr + imazapic. **Planta daninha**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 751-759, Dec. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582006000400016&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 09 de junho de 2015.
- IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2015. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default_publ_compl_eta.shtm>. Acesso: 08 de junho de 2015.
- MARTINI, L. F. D. et al. Fitotoxicidade de herbicidas na cultura do arroz irrigado submetida ao estresse por frio nos anos 2010/11 e 2011/12. In: VIII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 2013, Santa Maria, RS. VIII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado - **Anais**, 2013. v. 01. p. 395-398.
- MARTINI, L. F. D. et al. Seletividade de herbicidas na cultura do arroz irrigado submetido ao estresse por baixas temperaturas. In: XXVIII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 2012, Campo Grande, MS. **Anais**, Campo Grande, MS: SBCPD, 2012.
- PINTO, J. J. O. et al. Controle de Capim-Arroz (*Echinochloa* spp.) em função de métodos de manejo na cultura do arroz irrigado. **Planta daninha**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 767-777, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582008000400008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 12 de junho de 2015.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI) Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Bento Gonçalves, RS: SOSBAI, 189p. 2014.

CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO EM DIFERENTES SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

Diogo Balbé Helgueira¹; Thaís D'Ávila Rosa²; Diogo da Silva Moura³; Alfran Teleche Martini⁴; Jesus Juarez Oliveira Pinto⁵

Palavras-chave: residual, herbicidas, *Oryza sativa* L.

INTRODUÇÃO

A produção brasileira de arroz é baseada em dois sistemas de condução, o arroz de terras altas e/ou sequeiro (aeróbico) e arroz irrigado por inundação ou arroz de terras baixas (anaeróbico), o qual predomina na região Sul do Brasil. O cultivo de arroz inundado necessita de intenso preparo de solo, pois para realizar a irrigação esse deve estar sistematizado (taipas niveladas ou em talhões). Com a sistematização as propriedades físicas do solo são intensamente modificadas, podendo ocorrer à compactação do mesmo pelo uso de grades, o chamado pé-de-arado.

Recentemente, tem-se estudado a possibilidade de substituir o método de irrigação tradicional do arroz inundado pelo sistema de irrigação por aspersão. Os trabalhos de pesquisa estão evidenciando menor demanda de água e produtividade semelhantes e até superiores nesse sistema comparado com a irrigação por inundação (LEITÃO et al., 2013). Nesse caso a irrigação por aspersão pode ser muito promissora para reduzir o consumo de água, já que é um sistema mais eficiente.

Dentre os diversos fatores que podem comprometer a produtividade da cultura do arroz, destaca-se a interferência de plantas daninhas, sendo o arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.) a espécie que mais causa danos a cultura interferindo na sua produtividade, diminuindo os lucros, aumentando os custos de produção e depreciando o produto final (FLECK et al., 2008). Para garantir que a área esteja livre da infestação de plantas daninhas os produtores de arroz utilizam de diferentes práticas de manejo com o propósito de minimizar os danos causados, sobretudo pela presença do arroz-vermelho entre outras espécies infestantes, como a adoção do preparo de verão e cultivo mínimo que atualmente abrange mais de 70% das áreas.

De maneira geral a presença de plantas daninhas infestando as lavouras de arroz acarreta inúmeros prejuízos diretos e indiretos, competindo por recursos com a cultura ou servindo de hospedeiros alternativos de pragas e doenças (CONCENÇO et al., 2014). Algumas espécies de plantas daninhas devido a sua semelhança morfofisiológica com a cultura do arroz tornam-se difícil o controle com uso de herbicidas, pois ao controlar as mesmas, têm-se elevadas injúrias a cultura. Aliado ao controle difícil essas mesmas espécies de plantas daninhas por pertencerem à mesma família botânica competem basicamente pelos mesmos recursos do meio.

Nesse sentido, o conhecimento das interações entre o manejo de plantas daninhas e a utilização do sistema de irrigação por aspersão na cultura do arroz poderá permitir não somente a economia de água, mas também a racionalização no uso de herbicidas, garantindo a sustentabilidade da cadeia produtiva do arroz.

Em vista do exposto, a pesquisa teve como propósito avaliar a interação entre os sistemas de irrigação (inundação e aspersão) com a eficácia de herbicidas com atividade residual no solo, utilizados em pré e pós-emergência da cultura do arroz irrigado.

¹ Engº Agrº M.Sc, UFPEL, Andrade Neves 2142, sala 603, CEP 96020080, Pelotas-RS. diogobalbe@gmail.com

² Eng. Agr(a). M.Sc. Doutoranda do programa de Tecnologia e Produção de Sementes, UFPEL.

³ Eng. Agr(a). M.Sc. Doutorando do programa de Fisiologia Vegetal, UFPEL.

⁴ Eng. Agro. M.Sc. Doutorando em Fitossanidade, Herbologia, UFPEL.

⁵ Eng. Agro. Dr. Professor associado, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel-UFPEL.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi dividido em dois experimentos, um com irrigação convencional (inundado) e outro por aspersão sob sistema linear móvel. Os experimentos foram conduzidos a campo, no ano agrícola de 2012/13 na área experimental da Embrapa Terras Baixas (ETB), em Capão do Leão – RS. O solo do local é classificado como Planossolo Háplico Eutrófico solódico, unidade de mapeamento Pelotas.

As unidades experimentais foram compostas por 26 linhas de semeadura espaçadas em 17 cm por quatro metros de comprimento, totalizando 17,68 m². A Puitá INTA CL na densidade de 100 kg ha⁻¹ de sementes.

Os demais tratos culturais foram efetuados conforme as indicações técnicas da pesquisa para o cultivo de arroz irrigado no Sul do Brasil (SOSBAI, 2012).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, arranjado em esquema fatorial 2 x 6, com quatro repetições. No fator A alocou-se os sistemas de irrigação (aspersão e inundação) e B os herbicidas (Tabela 2).

Tabela 2. Tratamentos aplicados na cultura do arroz irrigado em função de dois sistemas de irrigação (aspersão e inundação). Convênio Embrapa/UFPel - Capão do Leão, RS, 2013.

Tratamento	Herbicidas	Dose
		(g i.a. ha ⁻¹)
T1	Testemunha	---
T2	imazethapyr+imazapic ¹	75,0 + 25,0
T3	imazapyr+imazapic ¹	73,5 + 24,5
T4	imazethapyr ¹	106,0
T5	imazetapyr+imazapic ²	(37,5+12,5)
T6	imazapyr+imazapic ²	(36,75+12,25)

¹Pós-emergência, plantas de arroz com 3 a 4 folhas.

² Aplicação sequencial em pré-emergência seguida de outra aplicação em V₃-V₄.

A irrigação por aspersão foi realizada toda vez que a tensão de água no solo atingia o nível de 0,2 kPa, monitorada através de sensores instalados na área. Para o experimento com irrigação por inundação, esta foi realizada 24 h após a aplicação dos tratamentos herbicidas e da primeira aplicação de nitrogênio, e mantida uma lâmina d'água de oito cm até a maturação fisiológica da cultura.

Foi realizado, em pré-aplicação dos herbicidas, um levantamento das espécies de plantas daninhas presentes na área experimental que estava infestada com arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.), capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*), angiquinho (*Aeschynomene denticulata*) e tiririca (*Cyperus esculentus*).

As variáveis avaliadas foram: a) controle visual de plantas daninhas realizado aos sete, 14, 21, 60 dias após a aplicação herbicida (DAH), sendo os valores estimados visualmente, utilizando-se a escala percentual onde zero (0) e cem (100), corresponderam respectivamente, a ausência de sintomas e morte de todas as plantas, conforme a metodologia da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (1995); b) estande inicial aos sete dias após a emergência; c) Produtividade de grãos aferida pela colheita das plantas de arroz em seis metros quadrados sendo então determinada a umidade dos grãos e posteriormente, pesada com a umidade corrigida para 13%.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (p≤0,05). Quando significativo, o teste de Tukey foi utilizado para comparação das médias entre os tratamentos herbicidas, e teste de t-student para comparação entre os sistemas de irrigação. Todos os testes foram analisados a p≤0,05.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável controle de plantas daninhas, foi observado diferença significativa entre os herbicidas nas avaliações efetuadas aos sete, 14 e 21 após a aplicação dos herbicidas (DAH), (Tabela 3). Os tratamentos com aplicação sequencial, uma em pré e outra em pós-emergência da cultura (V_3 - V_4) das misturas formuladas imazethapyr + imazapic (75 e 25 g ha^{-1} i.a, respectivamente) e imazapyr + imazapic (73,5 e 24,5 g ha^{-1} i.a, respectivamente) apresentaram os melhores níveis de controle inicial acima de 90% aos sete DAH, em ambos os sistemas de irrigação utilizados.

Aos 21 DAH, todos os tratamentos no sistema inundado, demonstraram 100% de controle, o mesmo observado no sistema por aspersão, em que os níveis de controle foram ótimos, ficando entre 94 e 100%.

Esse comportamento se dá em função do efeito residual dos herbicidas utilizados, que impede por determinado período de tempo, a germinação e emergência de novas plantas daninhas. Corroborando com esses resultados, Masson et al. (2001) verificaram que a atividade residual de imazethapyr proporcionou controle de capim-arroz acima de 90% independente da altura de lâmina de água utilizada.

Tabela 3. Controle de plantas daninhas na cultura de arroz irrigado em função do manejo de irrigação por aspersão e inundação aos sete, 14, 21 e 60 dias após a aplicação dos herbicidas. Convênio Embrapa/UFPeI - Capão do Leão, RS, 2013.

Tratamentos	Controle (%)		
	Dose		sete DAH ³
	(g i.a. ha^{-1})	aspersão	Inundado
T1-testemunha	---	0 d ⁵ A ⁴	0 cA
T2-imazethapyr+imazapic ¹	75,0 + 25,0	83,75 abA	82,50 bA
T3-imazapyr+imazapic ¹	73,5 + 24,5	80,00 bcA	87,50 abA
T4-imazethapyr ¹	106,0	73,75 cB	87,50 abA
T5-imazethapyr+imazapic ²	(32,5 + 12,5)	91,25 aA	92,50 aA
T6-imazapyr+imazapic ²	(36,75 + 12,25)	92,50 aA	92,50 aA
Tratamentos	Controle (%)		
	Dose		14 DAH ³
	(g i.a. ha^{-1})	aspersão	Inundado
T1-testemunha	---	0 c ⁵ A ⁴	0 cA
T2-imazethapyr+imazapic ¹	75,0 + 25,0	92,50 abA	93,75 abA
T3-imazapyr+imazapic ¹	73,5 + 24,5	93,75 abA	98,75 aA
T4-imazethapyr ¹	106,0	86,25 bB	97,50 aA
T5-imazethapyr+imazapic ²	(32,5 + 12,5)	95,75 aA	100,0 aA
T6-imazapyr+imazapic ²	(36,75 + 12,25)	98,75 aA	100,0 aA
Tratamentos	Controle (%)		
	Dose		21 DAH ³
	(g i.a. ha^{-1})	aspersão	Inundado
T1-testemunha	---	0 d ⁵ A ⁴	0 bA
T2-imazethapyr+imazapic ¹	75,0 + 25,0	96,25 bB	100,00 aA
T3-imazapyr+imazapic ¹	73,5 + 24,5	100,00 aA	100,00 aA
T4-imazethapyr ¹	106,0	93,75 cB	100,00 aA
T5-imazethapyr+imazapic ²	(32,5 + 12,5)	98,25 abA	100,00 aA
T6-imazapyr+imazapic ²	(36,75 + 12,25)	99,50 aA	100,00 aA

¹P s-emergência, plantas de arroz com 3 a 4 folhas.

²Aplica  o sequencial em pré-emergência seguida de outra aplicação em V_3 - V_4 .

³Dias após a aplicação dos herbicidas.

⁴ Médias com letras maiúsculas distintas na linha diferem pelo teste “t” de student ($p \leq 0,05$).

⁵ Médias com letras minúsculas distintas na coluna diferem pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

A prática de aplicação sequencial de herbicidas em pré e pós-emergência das plantas daninhas e do arroz, vem demonstrando bons resultados em diversas pesquisas sendo uma alternativa interessante para o controle de plantas daninhas. Villa et al. (2006) verificaram que maior controle de arroz-vermelho é obtido com doses sequenciais de 75 g ha⁻¹ de (imazethapyr + imazapic) aplicado em pré, seguido de 50 g ha⁻¹ do herbicida aplicado em pós-emergência.

CONCLUSÃO

A utilização de herbicidas com atividade residual no solo como imazethapyr e as misturas formuladas de imazethapyr + imazapic e imazapyr + imazapic proporcionam controle eficiente (>97%) nos dois sistemas de irrigação, por inundação e aspersão.

A ausência da lâmina d'água no sistema de irrigação por aspersão não afeta o controle de plantas daninhas.

O controle de plantas daninhas em arroz irrigado no sistema por aspersão pode ser realizado de forma segura com os mesmos recursos utilizados no sistema de irrigação por inundação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONCENÇO, G. et al. Ciência das plantas daninhas: histórico, biologia, ecologia e fisiologia. In: **Aspectos da Biologia e Manejo das Plantas Daninhas**. Ed: MONQUERO, P. A., São Carlos-SP: Editora Rima, p. 01 - 35, 2014.

FLECK, N.G. et al. Competitividade relativa entre cultivares de arroz irrigado e biótipo de arroz-vermelho. **Planta Daninha**, v.26, p.101-111, 2008.

LEITÃO, F. et al. Avaliação de Cultivares de Arroz Irrigados por Aspersão na Região da Campanha do Rio Grande do Sul. In: VIII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 2013, Santa Maria, RS. **Anais...** Sta. Maria, SOSBAI, v.2, p. 1478-1481, 2013.

MASSON, J.A.; WEBSTER, E.P. Use of Imazethapyr in Water-Seeded Imidazolinone-Tolerant Rice (*Oryza sativa*). **Weed Technology**, v.15, p.103-106. 2001.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS - SBCPD. **Procedimentos para a instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: p. 45, 1995.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO - SOSBAI. **Arroz irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. In: Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado / Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. Gravatal, SC: SOSBAI, p. 179, 2012.

VILLA, S. C. C. et al. Arroz tolerante a imidazolinonas: controle do arroz vermelho, fluxo gênico e efeito residual do herbicida em culturas sucessoras não-tolerantes. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 761-768, 2006.

CONTROLE QUÍMICO TARDIO DE *Conyza* sp. EM ÁREAS DE VÁRZEA DO RIO GRANDE DO SUL

Gabriel Klafke Gossler¹; Humberto de Souza Farias¹; Bruno Moncks da Silva²; Renan Ricardo Zandoná³; André Andres⁴; Dirceu Agostinetto⁵

Palavras-chave: soja transgênica, dessecação, buva.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill.) é uma das principais culturas oleaginosas cultivadas no mundo. O Brasil é o segundo maior produtor mundial deste produto agrícola, com produção em torno de 95 milhões de toneladas de grãos (CONAB, 2015).

Nos últimos anos, a cultura da soja, impulsionada pelo valor atrativo vem conquistando espaço em áreas de terras baixas, com estimativa de que 25% da área cultivada anualmente com arroz passaram a ser ocupadas por soja (MARCHESAN, 2013).

O cultivo de soja na várzea é alternativa para a rotação com arroz irrigado visando a sustentabilidade do agroecossistema (SCHOENFELD, 2010). A rotação de soja com arroz nestas áreas visam alcançar alguns objetivos, tais como: reduzir os níveis de infestação de plantas daninhas; melhorar o uso do solo e sua qualidade; aperfeiçoar o uso das máquinas e da mão-de-obra; diversificar a renda; romper ciclos de doenças e pragas e aumentar a rentabilidade da área (VERNETTI JÚNIOR et al., 2003).

A soja cultivada em área de várzea apresenta resultados instáveis de produtividade em virtude do excesso e/ou déficit hídrico. Deste modo, o advento do sistema de semeadura em camalhões associados a sistemas de drenagem superficial propiciaram a expansão e o desenvolvimento deste cultivo (LARA JUNIOR, 2013). Porém, na medida em que se tem maior controle da drenagem das áreas e estas são destinadas a outros cultivos, outras espécies de plantas daninhas surgem através de imigração de outras áreas, como o caso da buva (*Conyza* sp.) (MARCHESAN, 2013).

A expansão da soja transgênica propiciou a utilização de glyphosate para o manejo de buva em dessecação pré-semeadura e em pós-emergência da cultura. Essa prática, adotada em larga escala por muitos anos, levou à seleção de biótipos de buva resistentes a esse herbicida. Na operação de dessecação, a associação de glyphosate com outros herbicidas que apresentam residual no solo constitui-se em alternativa capaz de reduzir as infestações de plantas daninhas (CARVALHO et al., 2000).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi verificar a eficiência de herbicidas aplicados isoladamente e em mistura no controle tardio de espécies de *Conyza* sp. em áreas de várzea no Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, na Estação Experimental Terras Baixas (ETB), pertencente a Embrapa Clima Temperado, no município de Capão do Leão-RS, na estação de cultivo 2014/15.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições e doze tratamentos. As unidades experimentais mediram 10 m² (2 x 5m). Os tratamentos foram compostos pelos herbicidas aplicados isoladamente e em misturas (Tabela 1).

¹ Graduando em Agronomia, FAEM/UFPel, <gabrielgossler86@hotmail.com>

² Engº Agrº, Mestrando em Ciência e Tecnologia de Sementes, FAEM/UFPel.

³ Engº Agrº, Mestrando em Fitossanidade, FAEM/UFPel.

⁴ Engº Agrº, Dr. Pesquisador Embrapa Clima Temperado.

⁵ Engº Agrº, Dr. Professor do Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, FAEM/UFPel.

Tabela 1: Relação dos tratamentos testados para avaliar o controle de buva. Capão do Leão, RS. 2015

Tratamentos	Ingrediente ativo	Dose	
		(l ou g P.C.* ha ⁻¹)	(g i.a./e.a.**ha ⁻¹)
1	Glyphosate	3,0	1080
2	Saflufenacil	50	35
3	Cloransulan	48	40,32
4	2,4-D	1,5	1080
5	Triclopyr	1,5	1,02
6	Chlorimuron	80	20
7	Glyphosate+Saflufenacil	3,0+50	1080+35
8	Glyphosate+Cloransulan	3,0+48	1080+40,32
9	Glyphosate+2,4-D	3,0+1,5	1080+1080
10	Glyphosate+Triclopyr	3,0+1,5	1080+1,02
11	Glyphosate+Chlorimuron	3,0+80	1080+20
12	Testemunha	0	0

*produto comercial; **ingrediente ativo; equivalente ácido

As aplicações ocorreram quando as plantas de buva se encontravam em estágio de florescimento, com estatura média de 60cm. A aplicação foi realizada com pulverizador costal, pressurizado a CO₂, calibrado para proporcionar a aplicação de 120L ha⁻¹ de calda herbicida, munido de pontas de pulverização do tipo leque 110.015. Quando recomendado foi adicionado à calda herbicida adjuvante na concentração registrada.

A variável avaliada foi controle visual das plantas de buva. As avaliações foram realizadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após o tratamento (DAT), utilizando-se escala percentual em que zero (0) e cem (100) corresponderão à ausência de injúria e morte das plantas, respectivamente (FRANS et al., 1986).

Os parâmetros utilizados para o estabelecimento das notas foram: inibição do crescimento, quantidade e uniformidade das injúrias, capacidade de rebrota das plantas e quantidade de plantas mortas.

Os dados obtidos foram analisados quanto a sua homocedasticidade (teste de Shapiro Wilk), e posteriormente submetidos à análise de variância (p≤0,05). Sendo constatada significância estatística, as médias foram comparadas pelo teste de Duncan (p≤0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste de Shapiro Wilk demonstrou não ser necessária a transformação dos dados. Aos 7 DAT, verificou-se maior efeito de controle para a combinação de glyphosate + saflufenacil (Tabela 2). A maior eficiência deste herbicida pode ser explicada pelo alto efeito de contato quando aplicado isoladamente e em combinação com o glyphosate devido ao aumento do espectro de ação, uma vez que o glyphosate é herbicida sistêmico. O herbicida saflufenacil pode ser considerado um herbicida complementar ao glyphosate sendo recomendada essa mistura para o controle de plantas daninhas de difícil controle, como buva (BOWE et al., 2008). Estudo semelhante observou controle satisfatório de buva, através da mistura de 24,5, 35 e 49 g i.a. ha⁻¹ de saflufenacil com 1080 g e.a. ha⁻¹ de glyphosate (BELANI et al., 2010).

Na avaliação aos 14 DAT, os sintomas de controle foram mais evidentes para combinação de glyphosate + saflufenacil ou saflufenacil isolado, seguidos de glyphosate+cloransulan e glyphosate+triclopyr (Tabela 2).

Aos 21 DAT verificou-se maior eficiência de controle para o herbicida saflufenacil isolado e em combinação com o glyphosate, com controle superior a 94% (Tabela 2). Já, aos e 28 DAT, além de saflufenacil aplicado isolado a mistura de glyphosate com saflufenacil, cloransulan, triclopyr e 2,4-D obtiveram bons resultados de controle (>85%).

Tabela 2: Controle de buva aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT). Capão do Leão-RS. 2015.

Tratamento	Controle (%)			
	7DAT ¹	14DAT	21DAT	28DAT
Glyphosate	43,3 d ²	76,3 c	80,0 c	84,0 cd
Saflufenacil	77,0 b	90,8 ab	94,8 ab	92,0 a
Cloransulan	26,0 e	32,0 e	53,8 d	64,5 e
2,4-D	38,8 d	48,3 d	54,5 d	60,0 e
Triclopyr	37,8 d	50,3 d	58,8 d	64,5 e
Chlorimuron	25,0 e	31,3 e	44,3 e	52,0 f
Glyphosate+Saflufenacil	88,5 a	98,0 a	99,0 a	98,5 a
Glyphosate+Cloransulan	60,8 c	82,0 bc	87,5 bc	93,8 ab
Glyphosate+2,4-D	73,5 b	78,0 c	85,8 bc	87,5 bcd
Glyphosate+Triclopyr	75,3 b	81,8 bc	86,8 bc	90,3 bc
Glyphosate+Chlorimuron	58,8 c	74,5 c	84,5 c	81,8 d
Testemunha	0,0 f	0,0 f	0,0 f	0,0 g
CV%	10,5	10,8	9,07	6,6

¹ Dias após a aplicação dos tratamentos. ² Médias com letras idênticas na coluna não diferiram entre si pelo Teste de Duncan a 5 % de probabilidade.

Porém, quando aplicados isoladamente, a exceção de saflufenacil, os herbicidas apresentaram resultados ineficientes de controle, sendo esta ineficiência atribuída ao estágio avançado das plantas de buva no momento da aplicação, a qual apresentava-se em florescimento e com aproximadamente 60 cm de estatura. Em estudos semelhantes a aplicação de saflufenacil isolado na dose de 35,0 g i.a.ha⁻¹ proporcionou o controle satisfatório de buva (RODRIGUES-COSTA et al., 2014).

Os herbicidas cloransulan e chlorimuron, quando associados ao glyphosate, foram os que apresentaram maior incremento no controle ao longo do período de avaliação, o que pode decorrer de seu modo de ação. Em estudos similares observaram que a utilização do herbicida chlorimuron foi eficiente no controle de plantas de buva suscetíveis e resistentes ao glyphosate (VARGAS et al., 2007).

Em estudo avaliando o controle de buva em diferentes estádios de desenvolvimento observou que os melhores níveis de controle foram obtidos quando a planta daninha apresentava estatura igual ou inferior a 8cm, ao passo que, em plantas com estatura superior o controle torna-se mais difícil e/ou ineficiente (BLAINSKI, 2011). Ainda, foi verificado maior eficiência de associações de herbicidas no controle de *Coryza bonariensis*, em comparação com uso isolado do herbicida glyphosate (PAULA et al. 2011).

Os resultados observados sugerem que estes herbicidas podem ser recomendados para manejo em pré-semeadura de soja, tomando os devidos cuidados, uma vez que alguns destes herbicidas não são seletivos para a cultura.

CONCLUSÃO

O herbicida saflufenacil apresenta maior eficiência de controle de buva quando aplicado isolado ou associado ao glyphosate.

Os herbicidas cloransulan, triclopyr e 2,4-D apresentam controle satisfatórios de buva quando associados ao glyphosate.

Os herbicidas cloransulan, triclopyr, 2,4-D e chlorimuron, aplicados isoladamente, não são eficientes no controle eficiente de buva em estágio avançado de desenvolvimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELANI, R.B. et al. Efeito de kixor em associação com glyphosate para controle de buva em dessecação pré plantio da soja. In: XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 2010, **Anais...** Ribeirão Preto, SP: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. 2010.

BLAINSKI, E. **Herbicidas alternativos para o controle de *Conyza* spp. em diferentes estaturas e monitoramento dos fluxos de emergência em condições de campo.**

2011. 75f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

BOWE, S. et al. Saflufenacil: a new herbicide for preplant burndown and preemergence dicot weed control. **North Central Weed Science Society Proc.** v.63, p.12, 2008.

CARVALHO, F. T. et al. Eficácia de herbicidas no manejo de *Euphorbia heterophylla* para o plantio direto de soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 1, p. 159-165, 2000.

CONAB. **Levantamentos de safra: 8º Levantamento grãos safra 2014/15.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_05_13_08_46_55_boletim_graos_maio_2015.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2015.

FRANS, R. et al. Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. In: Research methods in weed science. Champaign: **Weed Science**, p.29-46, 1986.

LARA JUNIOR, J.A. **Avaliação de cultivares de soja semeada em solo de várzea com e sem sistema de camalhões.** 2013. 46 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul.

MARCHESAN, E. **Desafios e perspectivas de rotação com soja em áreas de arroz.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria.

Disponível em:

<http://www.cbai2013.com.br/docs/cbai2013_palestra_enio_marchesan.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2015.

PAULA, J.M. et al. Manejo de *Conyza bonariensis* resistente ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v.29, p.217-227, 2011. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-83582011000100024&script=sci_arttext>. Acesso em: 05 jun. 2015

RODRIGUES COSTA, A.C.P. et al. Manejo químico de buva na cultura da manga com o herbicida saflufenacil. In: XXIX Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 2014. **Anais...** Gramado, RS: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. 2014.

VARGAS, L. et al. Buva (*Conyza bonariensis*) resistente ao glyphosate na região sul do Brasil. **Planta Daninha**, v.25, n.3, p.573-578, 2007. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/pd/v25n3/17.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2015.

VERNETTI JUNIOR, F.J. et al. Arroz irrigado em sucessão a milho e soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Balneário Camboriú, SC. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, p.246-247, 2003.

SCHOENFELD, R. **Sistemas de rotação arroz e soja em sucessão a plantas de cobertura em Planossolo háplico.** 2010. 58f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul- Porto Alegre.

DETERMINAÇÃO DE MÉTODO DIAGNÓSTICO PARA TOLERÂNCIA DE ARROZ VERMELHO À SUBMERSÃO

Tiago Edu Kaspar¹; Rafael Schwalm Rafaeli²; Christian Menegaz²; Samuel Trapp²; Aldo Merotto Jr.³

Palavras-chave: *Oryza sativa* L.; Lâmina de água; Arroz irrigado.

INTRODUÇÃO

O cultivo de arroz irrigado tem como principal planta daninha o arroz vermelho. A elevada capacidade de infestação apresentada por essa espécie daninha deve-se em especial à alta adaptação a práticas agrônômicas, ciclo de desenvolvimento sincronizado com a cultura, além de apresentar elevado nível de degrane e dormência, o que inviabiliza a retirada das sementes da lavoura e facilita reinfestações futuras (DELOUCHE et al., 2007). As perdas médias de rendimento de grãos em função da presença de arroz vermelho ficam em torno de 20% e, em áreas com altas infestações caso não seja realizada o controle adequado, as perdas podem chegar a 90% (AVILA et al., 2000). O arroz vermelho pertence à mesma espécie do arroz cultivado, *Oryza sativa* L.. A denominação “arroz vermelho” deve-se à coloração avermelhada do pericarpo dos grãos, devido ao acúmulo de tanino (OGAWA, 1992) ou de antocianina (PANTONE; BEKER, 1991). Ainda, existem genótipos com casca preta e grãos com pericarpo branco, indicando que as características morfológicas, fenológicas e produtivas podem variar conforme o ecótipo de arroz vermelho (SCHWANKE et al., 2008).

O controle do arroz vermelho, visando minimizar a sua interferência sobre a cultura, pode ser realizado por diferentes métodos. Dentre estes, o sistema de cultivo pré-germinado destaca-se como uma das estratégias mais eficientes no manejo desta planta daninha (AVILA et al., 2000). Esse sistema de estabelecimento do arroz, assim como o transplante, resultam da inundação na cultura do arroz irrigado e proporcionam a restrição da emergência de arroz vermelho e outras plantas daninhas. No entanto, a continuidade da utilização desta ferramenta de manejo tem selecionado possíveis genótipos de arroz vermelho com capacidade de emergência em condições de inundação do solo. Desta forma, a capacidade de estabelecimento em baixa concentração (hipóxia) de oxigênio torna-se mais uma característica de invasibilidade do arroz vermelho, possibilitando a competição com a cultura, multiplicação de sementes, incremento do banco de sementes e reinfestações futuras. Em áreas orizícolas do sul do Brasil, cultivadas com sistema pré-germinado, já é possível observar a ocorrência de germinação e estabelecimento de arroz vermelho mesmo em situações de presença contínua de lâmina de água. Existem diversos trabalhos que avaliaram a variabilidade à tolerância à submersão em arroz cultivado (FUKAO et al., 2006; ISMAIL et al., 2009). Contudo, para arroz vermelho tais estudos são limitados em identificação da variabilidade existente ou em relação à similaridade de regulação em relação ao arroz cultivado. O objetivo deste estudo foi estabelecer uma metodologia para a seleção em grande número de populações de arroz vermelho com suspeita de tolerância à submersão.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Faculdade de Agronomia da UFRGS, em Porto Alegre, RS. As condições ambientais médias durante a condução do

¹ Eng. Agrônomo, Doutorando PPG Fitotecnia, UFRGS, Porto Alegre, tiago_kaspar@yahoo.com.br

² Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

³ Eng. Agrônomo, Professor do Departamento de Plantas de Lavoura e do PPG Fitotecnia, Faculdade de Agronomia/UFRGS, Porto Alegre.

experimento foram de temperatura de 24,5°C e umidade relativa do ar de 60%. O delineamento experimental foi completamente casualizado, em arranjo fatorial 4x7, sendo o fator A constituído de genótipos de arroz (Cultivares: Nipponbare e IRGA 410; ecótipos de arroz vermelho: AV 31 e ITJ03), e o fator B de alturas de lâmina de água (2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5 e 15,0 cm acima do solo) e testemunha (solo saturado). Sementes de arroz foram semeadas a 0,5cm de profundidade e em seguida submetidas aos referidos tratamentos. A concentração de oxigênio na superfície do solo e a 0,5 cm de profundidade, nas diferentes alturas de lâminas de água foi determinada diariamente através de oxímetro digital. A avaliação da emergência foi realizada aos 21 dias após a semeadura (DAS), assim como da estatura de planta (cm) e da massa seca por plântulas (mg planta⁻¹).

Diariamente foi realizada a manutenção das alturas de lâminas de água correspondentes aos diferentes tratamentos. A análise estatística consistiu de análise de variância e, quando observada interação biótipo x altura de lâmina, realizou-se ajuste ao modelo sigmoidal de três parâmetros: $Y=a/1+(x/c)^b$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstram que ocorreu interação para os fatores altura de lâmina de água e quantidade de oxigênio (Figura 1). A quantidade de oxigênio presente na superfície do solo para o tratamento de solo apenas saturado não variou significativamente durante o período de avaliação (Figura 1A). Já para todos os demais tratamentos ocorreu redução significativa no conteúdo de oxigênio presente em decorrência do período de inundação até, aproximadamente, o décimo dia após a instalação do experimento, quando o conteúdo de oxigênio se apresentou estável. A quantidade de oxigênio na superfície do solo aos 21 dias após a inundação variou de 3,70 até 1,85 mg L⁻¹ para os tratamentos com 2,5 e 15,0 cm de lâmina de água.

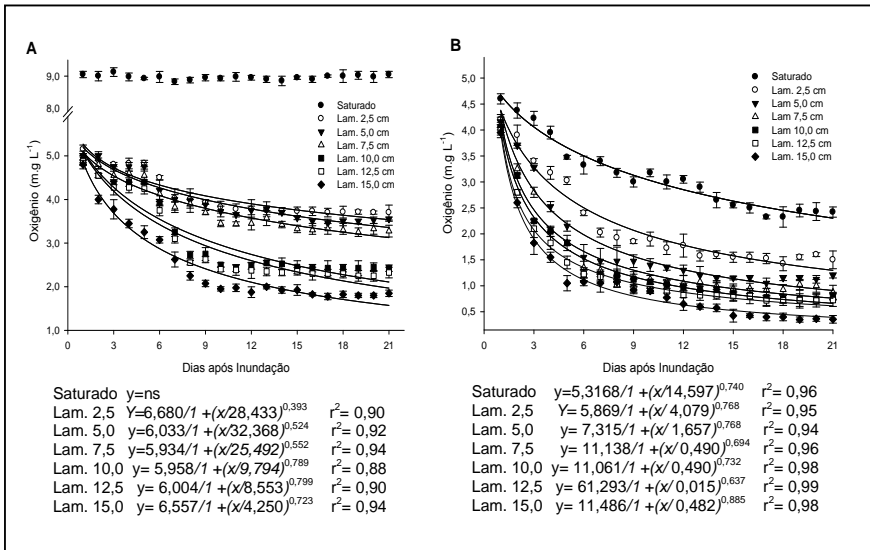


Figura 1 – Oxigênio presente na lâmina de água (A) e em 0,5 cm de profundidade (B) em função das diferentes alturas de lâmina de água. Porto Alegre, 2015.

A quantificação de oxigênio na profundidade de 0,5 cm apresentou comportamento similar aos observados na superfície do solo, contudo a redução foi mais acentuada, com quantidade de apenas 0,35 mg L⁻¹, aos 21 dias para o tratamento com 15,0 cm de lâmina de água (Figura 1B). Portanto, a quantidade de oxigênio disponível para as sementes de arroz vermelho germinar enterradas é menor quando comparado à disponibilidade desse elemento na superfície do solo inundado.

Na avaliação da tolerância à submersão, as duas cultivares utilizadas, Nipponbare e IRGA 410, apresentaram baixa capacidade de suportar à submersão durante a emergência, obtendo emergência quando comparado à testemunha em torno de 14 e 0 % para a lâmina de água de 5,0 cm, respectivamente (Figura 2A). Já os ecótipos de arroz vermelho apresentaram comportamentos distintos, sendo que o AV 31 reduziu em mais de 50% a emergência na lâmina de 7,5 cm quando comparado à testemunha. Já o ecótipo ITJ 03 apresentou emergência em torno de 70% na lâmina de 10 cm e, mesmo na maior lâmina (15 cm), apresentou cerca de 25 % de emergência, em comparação à testemunha.

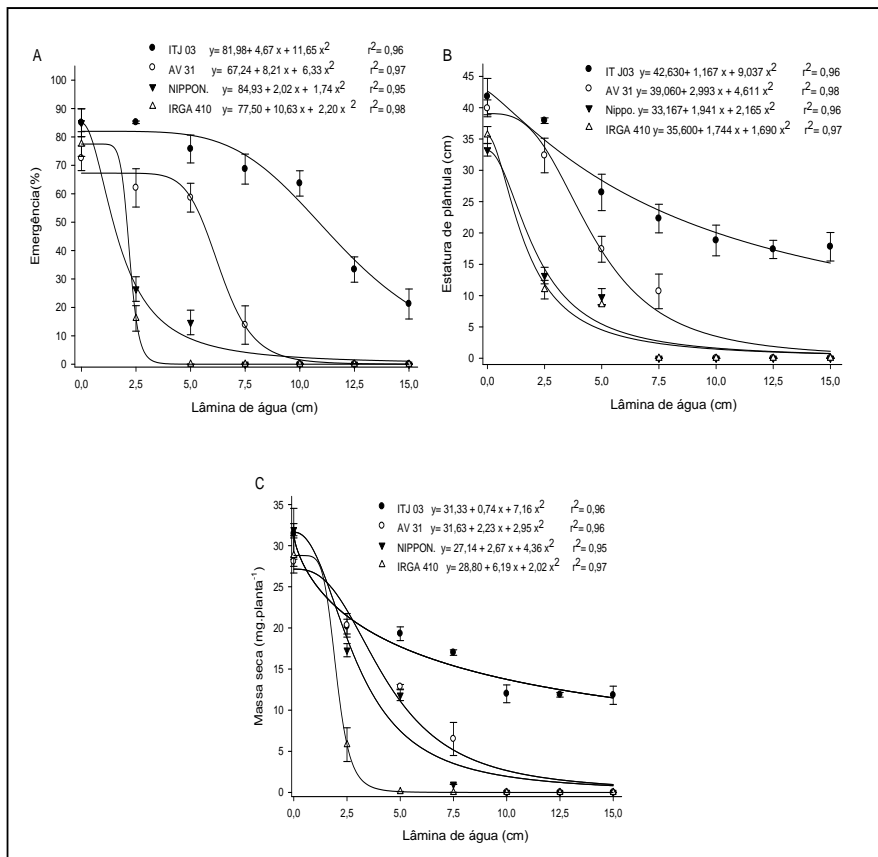


Figura 2 – Emergência (A), estatura (B) e massa seca (C) de genótipos de arroz irrigado e ecótipos de arroz vermelho submetidos a diferentes alturas de lâmina de água. Porto Alegre, 2015.

A estatura de planta e o acúmulo de massa seca por plântula apresentaram comportamento similar ao percentual de emergência. Ocorre redução acentuada da massa seca para as duas cultivares de arroz, já nas lâminas de água mais baixas, comportamento mediano do ecótipo AV 31 e acúmulo de matéria seca próxima a 50% para o ecótipo ITJ03 mesmo nas maiores lâminas de água (Figura 2B e 2C). O estabelecimento do arroz sob condições de baixa ou nenhuma disponibilidade de oxigênio, como é o caso de alguns ecótipos de arroz vermelho do presente trabalho, pode estar relacionado à capacidade diferencial na obtenção de energia via rota anaeróbicas. Em estudos com cultivares de arroz tolerantes à hipóxia durante a germinação e emergência foi observado maior expressão do gene *RAmy3D* quando as sementes foram germinadas em baixa disponibilidade de oxigênio (ISMAIL *et al.*, 2009). É importante ressaltar que esse gene é responsável por codificar a enzima alfa-amilase, que está envolvida na mobilização de reservas durante a germinação e, concomitantemente, a ação da enzima sacarose síntese (SUS3). Essa enzima promove a liberação de açúcares solúveis em condição de deficiência de oxigênio, parte essencial do metabolismo anaeróbico para obtenção de energia (FUKAO *et al.*, 2006; ISMAIL *et al.*, 2009). Estudos de caracterização genética em arroz vermelho poderão elucidar o mecanismo genético que determina essa capacidade de estabelecimento, podendo ser o primeiro passo para a compreensão dessa evolução, bem como para traçar novas estratégias para seu controle.

CONCLUSÃO

O conteúdo de oxigênio na superfície e no interior do solo reduz-se em função da altura da lâmina de água presente. A altura de lâmina de água mais adequada para seleção de biótipos de arroz vermelho com elevada tolerância à submersão durante seu estabelecimento é de 10 cm. Altura de lâminas menores selecionam ecótipos ainda em fase de evolução para essa característica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVILA, L. A. D. et al. Banco de sementes de arroz vermelho em sistemas de semeadura de arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria v. 30, n. 5, p. 773-777, 2000.
- DELOUCHE, J. C. et al. **Weedy rices-origin, biology, ecology, and control**. Rome: FAO, 2007. 144p.
- FUKAO, T. *et al.* A variable cluster of ethylene response factor-like genes regulates metabolic and developmental acclimation responses to submergence in rice. **Plant Cell**, Berlin, v. 18, n. 8, p. 2021–2034, 2006.
- ISMAIL A. M. et al. Mechanisms associated with tolerance to flooding during germination and early seedling growth in rice (*Oryza sativa*). **Annals of Botany**, v.103, p.197–209, 2009.
- OGAWA, M. Chemistry and organisms. **Red rice**. [Japan]. v.30, n.6, p.385-388, 1992.
- PANTONE, D. J.; BAKER, J. B. Reciprocal yield analysis of red rice (*Oryza sativa*) competition in cultivated rice. **Weed Science**, Lawrence, v. 39, n. 1, p. 42-47, 1991.
- SCHWANKE, A. M. L. et al. Morphological characterization of red rice (*Oryza sativa*) ecotypes derived from irrigated rice areas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 249-260, 2008.

DIÂMETRO DE AERÊNQUIMA E DO CILINDRO CENTRAL EM RAÍZES DE *Urochloa plantaginea* E *Urochloa platyphylla* DESENVOLVIDAS EM DIFERENTES QUANTIDADES DE ÁGUA NO SOLO

Leandro Lima Spatt¹; Sylvio Henrique Bidel Dornelles²; Matheus Bohrer Scherer³; Jaíne Rubert⁴; Emanuele Camerini⁴; Lucas Chagastelles Pinto de Macedo⁵

Palavras-chave: poaceae, anatomia, hipoxia, comportamento, variação.

INTRODUÇÃO

O ambiente várzea, onde é produzido arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul, se caracteriza por apresentar lençol freático superficial e drenagem deficiente. Desta forma, o alagamento é relativamente comum nestas condições (Andrade et al., 1999), o que tem dificultado a rotação de culturas não tolerantes à hipoxia como soja e milho (Pereira et al., 2008).

O arroz irrigado e outras poáceas que sobrevivem em ambientes hipóxicos pois desenvolvem adaptações morfo-fisiológicas importantes (Geigenberger, 2003), como a formação de aerênquimas em raízes, caules e folhas (Joshi & Kumar, 2012), aumento de raízes adventícias (Sá et al., 2004) ou formação de espaços intercelulares (Sena Gomes et al., 1980) maiores o que permite maior difusão de oxigênio da parte aérea até o sistema radicular mantendo o processo de respiração aeróbica temporariamente.

Entretanto, os mecanismos pelos quais as plantas toleram o excesso de umidade no solo e a consequente hipoxia, variam entre espécies, bem como a capacidade de cada uma em reagir, adaptando-se morfologicamente e fisiologicamente a este stress ambiental. De acordo com Medri & Correa (1985), o estudo comportamental de espécies em condições de alagamento é fundamental, principalmente quando estas plantas tem potencial competidor com culturas anuais de interesse comercial. Tratando-se de plantas daninhas importantes no sistema de produção, estão as espécies *Urochloa plantaginea* (Link) R.D. Webster (Capim Papuã) e *Urochloa platyphylla* (Munro ex C. Wright) R.D. Webster (Capim Taquarinha) que têm sido relatadas como infestantes de campos de produção de arroz irrigado (Kissmann, 1997; SOSBAI, 2014). Atualmente, as informações sobre a biologia destas plantas são vagas, havendo desconhecimento do nestas condições de alagamento, principalmente para *Urochloa plantaginea* que é uma planta tipicamente de ambientes bem drenados como as terras altas. *Urochloa platyphylla* ocorre também em locais encharcados na fronteira oeste do Rio Grande do Sul.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações anatômicas de plantas de *Urochloa plantaginea* e *Urochloa platyphylla* submetidas a três condições de umidade do solo: 50% da capacidade de campo; 100% da capacidade de campo e lâmina de água permanente de 5 cm, visando identificar estruturas adaptativas a estes ambientes alagados hipóxicos.

MATERIAL E MÉTODOS

As plantas utilizadas na coleta de material para as análises foram obtidas a partir de cariopses coletadas em um acesso de *Urochloa plantaginea* e um acesso de *Urochloa*

¹ Eng. Agr., Biomonte Pesquisa e Desenvolvimento. Rua Doutor Bozano, 1051/61, Centro, Santa Maria/RS, CEP 97015-003. leandrolimaspatt@gmail.com

² Professor Adjunto do Departamento de Biologia, Universidade Federal de Santa Maria.

³ Mestrado em Abrobiologia, Universidade Federal de Santa Maria.

⁴ Acadêmico de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.

⁵ Meste em Agrobiologia, Universidade Federal de Santa Maria.

platyphylla ocorrentes em uma lavoura comercial de arroz na cidade de Itaqui, localizada na Fronteira Oeste do Estado do Rio Grande do Sul (LAT: 29° 14' 09,03" S LONG: 56°20' 07,80" W). Em laboratório realizou-se a separação das cariopses, retirada de impurezas e pré-secação das mesmas, posteriormente sendo armazenadas em câmara seca, até o início do experimento.

As sementes foram postas para germinação em vasos com capacidade para 7,5 l, os quais foram preenchidos com 2,5 kg de substrato orgânico e 4,0 kg de areia de textura média, esterilizada, compondo-se assim um sistema areia-substrato, alojados em casa de vegetação. Em cada vaso foram semeadas cinco sementes, sendo que após a emergência, realizou-se o raleio das plantas, permanecendo apenas uma planta por unidade experimental.

Para cada uma das espécies estudadas, sementes foram semeadas em 12 vasos. Cada grupo de 12 vasos (mesmos acessos) foi dividido em três grupos (tratamentos) com quatro (repetições), onde um grupo recebeu irrigações até atingir 50% da capacidade de campo do sistema areia-substrato, outro grupo recebeu irrigação constante, mantendo o sistema areia-substrato com 100% da capacidade de campo e o terceiro grupo recebeu irrigação constante, mantendo-se lâmina de água de 5 cm (recomendada na produção de arroz irrigado no Rio Grande do Sul).

Para uniformizar a irrigação durante a condução do experimento, calculou-se a umidade gravimétrica do sistema areia-substrato e a partir da metodologia da coluna úmida proposta por Forsythe (1975) determinou-se a quantidade de água necessária para cada unidade experimental atingir 100% da capacidade de campo, sendo determinada pela saturação total do sistema. Quando atingida a saturação total, realizou-se a verificação da massa total da unidade experimental, a qual foi mantida até o final do experimento. A irrigação dos vasos foi realizada diariamente, onde, para se determinar a quantidade de água necessária cada dia em cada vaso, realizava-se a medida da massa da unidade experimental, utilizando-se uma balança eletrônica marca ACS System Eletronic Scale com precisão de 5 g, adicionando-se água até atingir a massa total pré-determinada (vaso + sistema areia substrato seco + 100% capacidade de campo para ambientes de várzea e 50% para ambiente de coxilha).

Os diferentes tratamentos com quantidades de água nas unidades experimentais tiveram início após o estabelecimento inicial das plantas, quando as mesmas se encontravam com média de 2-3 folhas, após o desbaste realizado.

A coleta de material vegetal utilizado para confecção das lâminas foi realizada quando as plantas encontravam-se no estágio reprodutivo de florescimento pleno. De cada unidade experimental foi retirado com a utilização de bisturi cortes do terço médio da raiz principal. O material foi acondicionado em tubos de ensaio contendo o fixador glutaraldeído 1% e formaldeído 4% (McDowell & Trump, 1976) em tampão fosfórico 0,1 M (Gabriel, 1982), com objetivo de manutenção da integridade celular. Os tubos de ensaio contendo o material coletado foram acondicionados em posição ereta, dentro de estantes de arame, e armazenados a 5°C até a confecção das lâminas.

A confecção das lâminas seguiu a técnica da historesina-Jung, conforme protocolo modificado por Mariath & Santos (1996). O emblocamento do material foi realizado em hidroxietilmetacrilato de acordo com protocolo de Gerrits & Smid (1983). Os cortes transversais (anatômicos) foram obtidos por seccionamento de material emblocado em historesina, através de micrótomo de rotação, sendo os cortes processados e fixados em lâmina de vidro e posteriormente corados com azul de toluidina 0,05% (Feder & O'Brien, 1968).

As avaliações anatômicas dos cortes foram realizadas com o auxílio de um microscópio óptico Axio Scope.A1 da fabricante Carl Zeiss equipado com câmera fotográfica digital Axiocam de alta resolução. Com o uso da lente objetiva de 5x e lente ocular de 10x, obtiveram-se imagens com dimensão 2560x1920 pixels e resolução de 96 dpi armazenadas em formato JPEG, as quais foram analisadas por meio do software de processamento de imagens Zenn 2012.

Os parâmetros anatômicos avaliados foram: diâmetro dos aerênquimas da raiz (micrômetros - μm) e diâmetro do cilindro central da raiz (μm). As medidas de diâmetro de aerênquima foram realizadas em dois sentidos devido ao formato elipsoidal destas estruturas. Para obter-se um valor único calculou-se a média aritmética dos dois valores medidos.

Os dados obtidos foram analisados por meio do software de análises estatísticas Sisvar 5.3 Build 77, sendo submetidos à análise de variância e os efeitos dos tratamentos em cada variável comparados pelo teste de Scott-Knott ao nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As raízes de *Urochloa plantaginea* apresentaram maior diâmetro de aerênquimas na condição de 100% da capacidade de campo, seguido de lâmina de água. Ambos diferiram estatisticamente da condição de 50% da capacidade de campo que apresentou menores valores para este parâmetro. Com relação ao diâmetro do cilindro central da raiz, verificou-se que a condição de lâmina de água apresentou os menores, sendo estatisticamente inferior às demais condições de umidade do solo. 50% da capacidade de campo foi o tratamento que proporcionou maior diâmetro do cilindro central para esta espécie, de acordo com a Tabela 1. Resultados estes que estão em acordo com Madri et al. (2007), que avaliando plantas de *Lithraea molleoides* Vell. (Anacardiaceae) sob alagamento, verificaram menor espessura do cilindro central tanto de raízes como de caule quando comparadas com o tratamento controle sem alagamento.

Tabela 1. Resultados médios para os parâmetros Diâmetro de aerênquimas e Diâmetro do cilindro central em raízes de *Urochloa plantaginea* e *Urochloa platyphylla* desenvolvidas em três diferentes quantidades de água no solo.

Tratamentos	<i>Urochloa plantaginea</i>		<i>Urochloa platyphylla</i>	
	Diâmetro aerênquimas (μm)	Diâmetro cilindro central (μm)	Diâmetro aerênquimas (μm)	Diâmetro cilindro central (μm)
Lâmina	113,967 b	314,600 c	208,131 a	278,330 c
100% CC	277,220 a	469,795 b	133,476 b	309,085 b
50% CC	43,333 c	510,500 a	106,878 b	474,250 a
C.V. (%)	72,95	13,59	39,54	5,23

Para a espécie *Urochloa platyphylla*, constatou-se a partir da análise da Tabela 1 que o diâmetro dos aerênquimas foi maior com lâmina de água quando comparado com 50% da capacidade de campo e 100% da capacidade de campo, não diferindo estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. Verificou-se que o diâmetro do cilindro central da raiz foi reduzido na medida em que se aumentou a quantidade de água no solo, alcançando o maior valor médio na condição de 50% da capacidade de campo, sendo diferente de 100% da capacidade de campo e da lâmina de água que apresentaram menores valores para este parâmetro. Assim como em outro estudo, com a espécie *Heliocarpus popayanensis* Kunth (Malvaceae) Psicchio et al. (2010) verificaram que nas raízes de plantas alagadas houve redução do cilindro central em comparação com as plantas controle.

CONCLUSÃO

A partir da análise dos resultados, pode-se concluir com este estudo que sob alagamento, ocorreram alterações significativas na anatomia de plantas de *U. plantaginea* e *U. platyphylla*, as quais variaram entre as espécies, conforme a maior ou menor habilidade da planta em adaptar-se ao ambiente hipóxico dos solos sob lâmina de água constante.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de mestrado para Macedo, L. C. P., a qual possibilitou o desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, A.C.S. et al. Flooding effects in seedlings of *Cytherexylum myrianthum* Cham. and *Genipa americana* L.: responses of two neotropical lowland tree species. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, p. 281-285, 1999.
- Forsythe, W. Física de suelos. **Manual de Laboratório**. Instituto interamericano de ciência agrícola, San José, Costa Rica, 1975.
- Gabriel, B. L. **Biological electron microscopy**. New York, Van Nostrand Reinhold, 1982.
- Geigenberger, P. Response of plant metabolism to too little oxygen. **Current Opinion and Plant Biology**, v.6, p.247-256, 2003.
- Gerrits, P.O.; Smid, L. A new, less toxic polymerization system for embedding of soft tissues in glycol methacrylate and subsequent preparing of serial sections. **Journal Microscopy**, v. 132, p.81-85, 1983.
- Joshi, R.; Kumar, P. Lysogenous aerenchyma formation involves non-apoptotic programmed cell death in rice (*Oryza sativa* L.) roots. **Physiology and Molecular Biology Plants**, v.18, n.1, p.1-9, 2012.
- Kissmann, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. Ed. 2. São Paulo, Basf Brasileira, 1997.
- Mariath, J. E. de A.; Santos, R. P. dos. Meios ópticos e eletrônicos no estudo da estrutura vegetal. UFRGS. Porto Alegre. **Manual de Laboratório**. p.24-25, 1996.
- McDoewell, E. M.; Trump, B. Histological fixatives for diagnostic light and electron microscopy. **Archives of Pathology and Laboratory Medicine**, v.100, p.405-414, 1976.
- Medri, M. E.; Correa, M. A. Aspectos histológicos e bioquímicos de *Joannesia princeps* e *Spathodea campanulata*, crescendo em solos na capacidade de campo, encharcado e alagado. **Semina**, v.6, n.3, p.147-154, 1985.
- Medri, M. E. et al. Alterações morfoanatômicas em plantas de *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. submetidas ao alagamento. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v.29, n.1, p.15-22, 2007.
- Psicchio, C. M., et al. *Heliocarpus popayanensis* Kunth (Malvaceae) tolera a hipoxia do substrato. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v.32, p.201-209, 2010.
- Pereira, F. J.; Castro, E. M.; Souza, T. C. Evolução da anatomia radicular do milho 'Saracura' em ciclos de seleção sucessivos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.12, p.1649-1656, 2008.
- Sá, J. S. de; Cruciani, D. E.; Minami, K. Efeitos de inundações temporárias do solo em plantas de ervilha. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.1, p.50-54, 2004. Online: ISSN 0102-0536. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362004000100010>. Acesso em 21 Jan. 2015.
- Sena Gomes, A.R.; Kozłowski, T. T. Responses of *Pinus halepensis* seedlings to flooding. **Canadian Journal of Forest Research**, v.10, p.308-311, 1980.
- Sociedade Sul-Brasileira De Arroz Irrigado. 2014. Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado. Arroz Irrigado: **Recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Bento Gonçalves, RS, SOSBAI.

EFEITO DE INIBIDORES DE ENZIMAS P450 SOBRE PLANTAS DE CAPIM-ARROZ TRATADAS COM IMAZETHAPYR

Giliardi Dalazen¹; Débora Marques Laux²; Paula Gusberti²; Mariah Dupont Mattei²; Aldo Merotto Júnior³

Palavras-chave: resistência, metabolização, ALS, *Echinochloa crus-galli*.

INTRODUÇÃO

O capim-arroz é uma das principais plantas daninhas da cultura do arroz irrigado no sul do Brasil (Agostinetto et al., 2010). Essa planta daninha pode provocar perdas de até 90% na produtividade do arroz, dependendo da densidade da infestante, cultivar e manejo da irrigação da lavoura (Pinto et al., 2008), o que demanda o emprego de métodos de controle. O método químico é o mais utilizado para o controle dessa planta daninha. No entanto, populações resistentes aos herbicidas inibidores da enzima ALS foram selecionadas (Heap, 2015), tornando esses herbicidas ineficientes sobre esses biótipos.

A resistência aos inibidores da ALS pode ser devida a mutações no gene ALS, tornando a enzima ALS insensível aos herbicidas. Porém, mecanismos não relacionados ao local de ação têm sido investigados como causa da resistência. Entre eles destaca-se a metabolização por enzimas citocromo-P450-monoxigenases (P450) (Powles & Yu, 2010), conhecidas como enzimas-chave na fase I do metabolismo de xenobióticos, e de papel fundamental da detoxificação de herbicidas em plantas (Yun et al., 2005).

A detecção da ocorrência de metabolização de herbicidas pelas enzimas P450 pode ser realizada por meio do uso de inibidores enzimáticos (Yasour et al., 2009). Entre eles estão o butóxido de piperolina (PBO) e o malathion (Siminszky, 2006). O inseticida organofosforado malathion é o inibidor mais comumente utilizado e a inibição ocorre quando o átomo de enxofre liberado pelo organofosfato oxigenado inibe a ação da enzima P450 (Werk-Reichhart et al., 2000).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos inibidores de enzimas P450 butóxido de piperolina (PBO) e malathion sobre plantas de capim-arroz (*E. crus-galli*) resistentes e suscetíveis ao herbicida imazethapyr.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando-se a metodologia de curvas de dose-resposta, com quatro repetições. As plantas foram cultivadas individualmente em vasos com capacidade de 200 mL, perfurados e mantidos em bandejas com água para a irrigação. Foram utilizadas duas populações de capim-arroz, sendo uma suscetível (SUSSP01) e outra resistente (PALMSUL01) ao herbicida imazethapyr. Os inibidores de enzima P450 avaliados foram o butóxido de piperolina (PBO) e o malathion, ambos aspergidos duas horas antes da aplicação do herbicida, na dose de 1000 g ha⁻¹. Na população suscetível (SUSSP01), as doses de imazethapyr utilizadas foram 0; 6,625; 13,25; 26,5; 53; 106 e 212 g ha⁻¹. Na resistente (PALMSUL01), as doses utilizadas foram 0; 26,5; 53; 106; 212; 424 e 848 g ha⁻¹. Baseado em experimentos prévios, o intervalo de doses utilizado na população suscetível SUSSP01 foi menor, uma vez que as plantas são mais sensíveis ao herbicida imazethapyr. Em todos os tratamentos foi acrescido o adjuvante Dash (5%).

¹ Doutorando, PPG Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, Brasil, (giliardidalazen@gmail.com)

² Graduando em agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, Brasil.

³ Professor, Departamento de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, Brasil

A aspersão dos tratamentos foi realizada quando as plantas se encontravam com três folhas. Para isso, foi utilizada câmara de pulverização automatizada, utilizando-se volume de calda de 200 L ha⁻¹ e ponta de pulverização DG 110.02, com pressão constante de 50 lb pol⁻² e velocidade de deslocamento de 1 m s⁻¹.

Foram avaliados o controle aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) e a massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA) aos 28 DAT. Os dados foram submetidos à análise de variância e ajustados pelo modelo logístico de 3 parâmetros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na população SUSSP01 a aspersão prévia dos inibidores de P450 não proporcionou incremento no controle (figura 1). Essa resposta era esperada, uma vez que trata-se de uma população suscetível de capim-arroz. Na população resistente PALMSUL01, a aspersão prévia dos inibidores de metabolização incrementou o controle das plantas (figura 2), apresentando interação significativa. Embora ambos os inibidores tenham apresentado efeito, malathion proporcionou maior atividade inibidora das enzimas P450, uma vez que proporcionou maior incremento no controle.

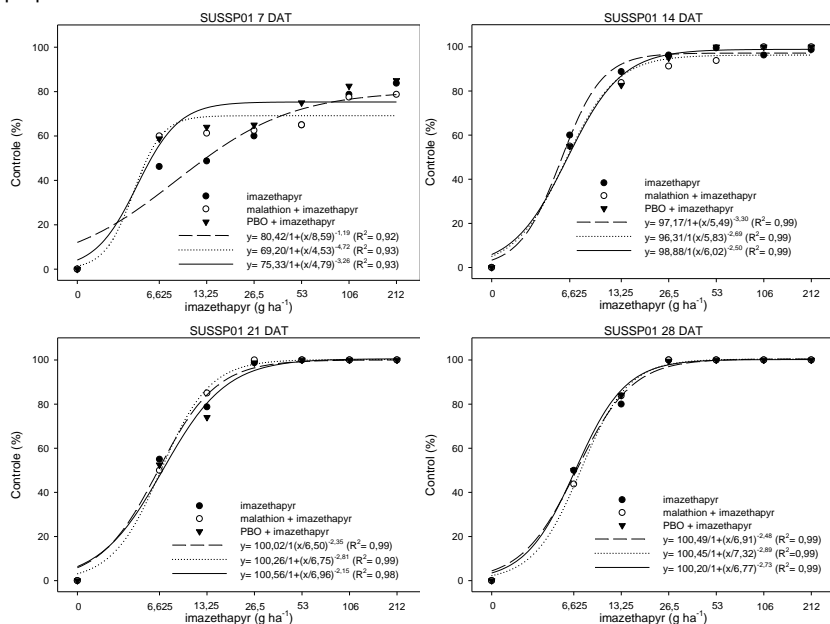


Figura 1- Controle de plantas de capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*) suscetíveis (SUSSP01) ao herbicida imazethapyr aos 7, 14, 21 e 28 DAT, em resposta à aspersão de inibidores de enzimas P450 (malathion e PBO).

Além do efeito sobre o controle, o uso dos inibidores também interferiu na MMSPA e GR₅₀ e, consequentemente, sobre o fator de resistência (FR) (figura 3 e tabela 1). O FR para a variável MMSPA (tabela 1) da população resistente (PALMSUL01) foi de 15,94. No entanto, nas plantas em que os inibidores malathion e PBO foram aspergidos, o FR foi reduzido para 3,44 e 4,94, respectivamente. Esses resultados indicam que enzimas P450 estão envolvidas no processo de resistência dessas plantas ao herbicida imazethapyr, uma vez que o uso de inibidores reverteu parcialmente a resistência.

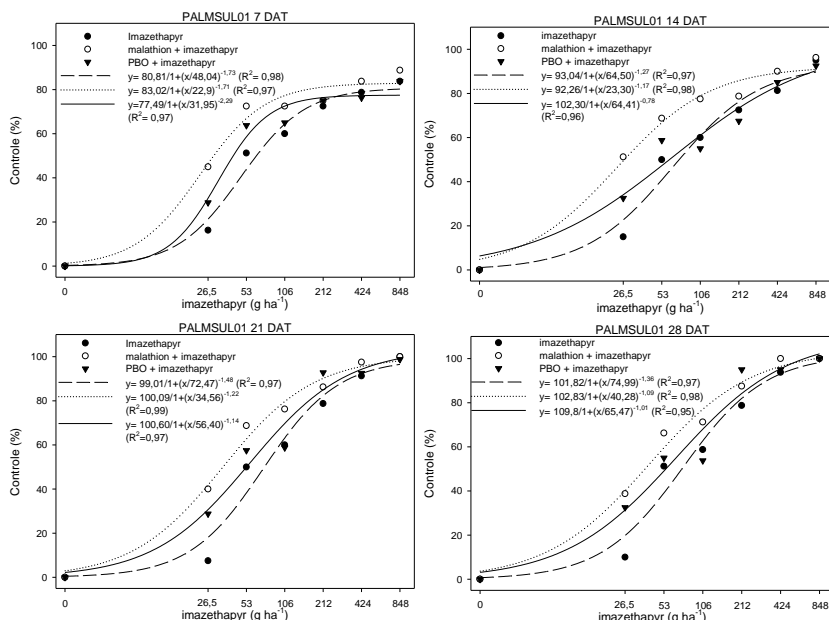


Figura 2- Controle de plantas de capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*) resistentes (PALMSUL01) ao herbicida imazethapyr aos 7, 14, 21 e 28 DAT, em resposta à aspersão de inibidores de enzimas P450 (malathion e PBO).

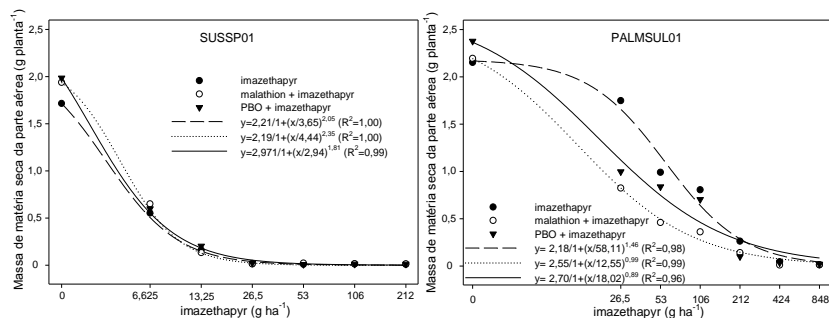


Figura 3- Massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA) de plantas de capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*) suscetíveis (SUSSP01) e resistentes (PALMSUL01) ao herbicida imazethapyr em resposta à aspersão de inibidores de enzimas P450 (malathion e PBO).

De forma semelhante aos resultados obtidos neste estudo, em *Echinochloa phyllopogon*, o uso do inibidor de P450 malathion aumentou a fitotoxicidade do herbicida penoxsulam em plantas resistentes devido a menor metabolização do herbicida (Yasour et al., 2009). Em estudos realizados com *Echinochloa* spp, verificou-se que a aplicação de malathion duas horas antes da aspersão de imazethapyr diminuiu o fator de resistência em aproximadamente 2,6 vezes em dois biótipos estudados (Matzenbacher, 2012).

A ocorrência de resistência de herbicidas devido à metabolização por enzimas P450 apresenta consequências relevantes para o manejo das culturas. Essa afirmação justifica-se

pelo fato de que enzimas são capazes de metabolizar simultaneamente herbicidas de diferentes modos de ação, inclusive herbicidas nunca antes utilizados (Powles & Yu, 2010).

Tabela 1- GR₅₀ e fator de resistência (FR) de população de capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*) suscetível (SUSSP01) e resistente (PALMSUL01) ao herbicida imazethapyr em resposta a aspersão de inibidores de enzimas P450 (malathion e PBO).

Tratamento	GR ₅₀ (g de imazethapyr ha ⁻¹)				FR ^{III}	
	7 DAT ^I	14 DAT	21 DAT	28 DAT	MMSPA ^{II}	(MMSPA)
SUSSP01 (susceptível)						
Imazethapyr	8,59	5,49	6,50	6,91	3,65	1
Malathion+imazethapyr	4,53	5,83	6,75	7,32	4,44	1,22
PBO+imazethapyr	4,79	6,02	6,96	6,77	2,94	0,81
PALMS01 (resistente)						
Imazethapyr	48,04	64,50	72,47	74,99	58,18	15,94
Malathion+imazethapyr	22,90	23,30	34,56	40,28	12,55	3,44
PBO+imazethapyr	31,95	64,41	56,40	65,47	18,02	4,94

^I Dias após o tratamento; ^{II} Massa de matéria seca da parte aérea; ^{III} Fator de resistência.

CONCLUSÃO

A inibição de enzimas P450 por meio da utilização dos inibidores malathion e PBO indica que a metabolização está envolvida no mecanismo de resistência ao herbicida imazethapyr em plantas de capim-arroz pertencentes à população PALMSUL01. O inibidor malathion foi o mais eficiente, reduzindo consideravelmente o fator de resistência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINETTO, D. et al. Interferência e nível de dano econômico de capim-arroz sobre o arroz em função do arranjo de plantas da cultura. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. especial, p. 993-1003, dezembro 2010.
- HEAP, I. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Disponível em: <www.weedscience.org>. Acesso em 15 de junho de 2015.
- MATZENBACHER, F. O. **Caracterização e controle de capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*) resistente aos herbicidas do grupo das imidazolinonas e quinclorac em arroz irrigado**. 2012. 212 f. Mestrado (Dissertação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- PINTO, J. J. O. et al. Controle de Capim-Arroz (*Echinochloa* spp.) em função de métodos de manejo na cultura do arroz irrigado. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 767-777, abril 2008.
- POWLES, S. B.; YU, Q. Evolution in action: plants resistant to herbicides. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 61, n. 1, p. 317-347, june 2010.
- SIMINSKY, B. Plant cytochrome P450-mediated herbicide metabolism. **Phytochemistry Reviews**, Dordrecht, v. 5, n. 2-3, p. 445-458, june 2006.
- WERCK-REICHART, D. et al. Cytochromes P450 for engineering herbicide tolerance. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 5, n. 3, p. 116-123, march 2000.
- YASOUR, H. et al. Mechanism of resistance to penoxsulam in late watergrass [*Echinochloa phyllopogon* (Stapf) Koss.]. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 57, n. 9, p. 3653-3660, may 2009.
- YUN, M. S. et al. Cytochrome P-450 monooxygenase activity in herbicide-resistant and -susceptible late watergrass (*Echinochloa phyllopogon*). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v. 83, n. 2-3, p. 107-114, october and november 2005.

EFICÁCIA DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES NO CONTROLE DE CAPIM-ARROZ EM SISTEMA DE CULTÍVO MÍNIMO

Domingos S. Eberhardt¹, Antonio M. de Oliveira Neto², José A. Noldin³

Palavras-chave: controle químico, *Echinochloa* spp., *Oryza sativa*, semeadura com solo drenado.

INTRODUÇÃO

A ocorrência de plantas daninhas nas lavouras de arroz irrigado representa um dos principais fatores limitantes à expressão do potencial produtivo da cultura, sendo as perdas variáveis em função da espécie infestante, da sua população, da cultivar de arroz e das práticas de manejo adotadas (Galon et al., 2007).

Neste sentido, o capim-arroz é uma das principais plantas daninhas da cultura do arroz (Talbert & Burgos, 2007). Pertencente à família Poaceae e ao gênero *Echinochloa*; nativa da Europa e da Ásia e apresenta mais de dez espécies que infestam as lavouras de arroz. Na região Sul do Brasil, a principal espécie é *Echinochloa crus-galli* (Andres & Machado, 2004). Há grande polimorfismo na espécie, sendo comum a ocorrência natural de híbridos, que devido à complexidade, são denominadas de complexo *Echinochloa* (Kissmann & Groth, 1997).

Em Santa Catarina, o controle do capim-arroz tornou-se mais complexo devido à expansão dos casos de resistência aos herbicidas aplicados em pós-emergência, como os inibidores da ALS e as auxinas sintéticas. Entretanto, tem sido observado nos últimos anos, um incremento na área cultivada em sistemas de cultivo, com semeadura em solo drenado. Estes sistemas são mais adequados ao uso de herbicidas aplicados em pré-emergência, o que favorece a utilização de outros ingredientes ativos para o controle de plantas daninhas. Adicionalmente, as lavouras de arroz irrigado de Santa Catarina são sistematizadas, facilitando a irrigação e uma melhor disponibilização de umidade no solo, fator que melhora a eficiência dos herbicidas pré-emergentes.

Desta forma, o experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar a eficiência no controle de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) através de diferentes herbicidas, aplicados em pré-emergência do arroz irrigado, em sistema de cultivo mínimo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma área sistematizada para a produção de arroz irrigado, localizado na Epagri/Estação Experimental de Itajaí, pertencente ao município de Itajaí, SC (26°56'55,57" de latitude Sul, 48°45'50,10" de longitude Oeste e altitude de 5,0 m). Após a colheita do arroz na safra 2013/14, os resíduos culturais foram manejados por meio de uma operação com o rolo faca, permanecendo em pousio até o dia 20/10/2014, data em que foi realizada a primeira dessecação de manejo.

No dia 12/11/2014, foi realizada a semeadura do arroz, cultivar SCS121 CL, com solo drenado, com uma semeadora de parcelas. O espaçamento entrelinhas foi de 0,17 m e a densidade de semeadura foi de 90 kg ha⁻¹ (310 sementes por m²). Com o objetivo de melhorar a eficiência dos tratamentos herbicidas foi realizada uma irrigação, até o solo atingir a capacidade de campo, no dia anterior a aplicação dos tratamentos. A dessecação no ponto de agulha com glyphosate (estádio S₃) e a aplicação dos tratamentos foram realizadas no mesmo dia, em 18/11/2014.

¹ Eng. Agr., M.Sc., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, SC, e-mail: dsavioe@gmail.com

² Eng. Agr., Dr. Pós-Doc, CNPq/Epagri, e-mail: am.oliveiraneto@gmail.com

³ Eng. Agr., Dr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, SC, e-mail: noldin@epagri.sc.gov.br

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso, com 10 tratamentos e quatro repetições (Tabela 1). As unidades experimentais apresentaram dimensão de 4 m x 5 m (20 m²), sendo os herbicidas aplicados em área de 2 m x 5 m (10 m²). A área útil para determinação da produtividade correspondeu a 4,5 m².

A aplicação dos tratamentos foi realizada com um pulverizador costal pressurizado à CO₂, munido de barra de aplicação com quatro pontas de jato plano, modelo 110.015, pressurizado a 35,6 psi, o que proporcionou uma taxa de aplicação de 150 L ha⁻¹. No momento da aplicação a temperatura do ar era de 22,6°C, a umidade relativa do ar era de 72%, a velocidade média do vento era de 1,6 km h⁻¹, o céu estava ensolarado e o solo próximo a capacidade de campo.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos, doses, ingredientes ativos e mecanismo de ação dos herbicidas avaliados. Itajaí, SC, 2014/2015.

Tratamentos (p.c. ha ⁻¹)	Ingrediente ativo	Mecanismo de ação
1. Gamit 500 EC (0,8 L)	Clomazone	Inibidor de carotenoides
2. Gamit 360 CS/Permit ¹ (2,5 L + 6 g ²)	Clomazone /dietholate	Inibidor de carotenoides
3. Herbadox (2,5 L)	Pendimethalin	Inibidor de microtúbulos
4. Ronstar (3,0 L)	Oxadiazon	Inibidor da Protox
5. Goal (1,0 L)	Oxyfluorfen	Inibidor da Protox
6. Saturn (8,0 L)	Thiobencarb	Inibidor da divisão celular
7. Only (0,75 L)	(Imazapic + Imazethapyr)	Inibidor da ALS
8. Kifix (140 g)	(Imazapyr + Imazapic)	Inibidor da ALS
9. Ricer (0,2 L)	Penoxsulam	Inibidor da ALS
10. Testemunha	-	-

¹ Produto aplicado via tratamento de semente.

² Dose por kg de sementes.

A adubação do arroz, bem como o controle de pragas e doenças, foi realizado seguindo as Recomendações Técnicas da Pesquisa do Arroz Irrigado para o Sul do Brasil (Sosbai, 2014). Não foi realizada nenhuma aplicação de herbicida em pós-emergência.

As variáveis avaliadas foram: porcentagem de fitotoxicidade aos 8 e 21 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA), porcentagem de controle de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) aos 64 DAA e a produtividade de grãos. As espécies *Cyperus difformis* e *Aeschynomene* spp. apresentavam distribuição irregular, sendo atribuídos conceitos C=controle (quando não houve incidência em nenhuma parcela) ou NC=nenhum controle (quando houve incidência).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. A análise da variável porcentagem de fitotoxicidade foi realizada com os dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$. Realizou-se análise de correlação linear de Pearson entre as variáveis fitotoxicidade, controle de capim-arroz e produtividade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se sintomas visuais de fitotoxicidade nas plantas de arroz, cultivar SCS121 CL, após o tratamento com os herbicidas Gamit, Herbadox, Goal, Saturn e Ricer, com níveis oscilando de 5 a 20% (Tabela 2). Os herbicidas que provocaram os maiores níveis de fitotoxicidade foram Goal e Gamit 500 EC (sem Permit), respectivamente. O principal sintoma provocado pelo herbicida Gamit caracterizava-se pela clorose nas folhas mais novas e, para

os demais herbicidas, atraso na emergência das plantas, o que gerou uma redução visível no estande aos 8 DAA.

Na segunda avaliação de fitotoxicidade, realizada aos 21 DAA, apenas as parcelas tratadas com Ricer apresentavam injúrias de 8,8% (dados não apresentados), caracterizada por alterações morfológicas nas plantas de arroz, que apresentavam folhas mais finas e eretas.

Os tratamentos herbicidas apresentaram diferenças quanto ao controle de capim-arroz (ECH). Os herbicidas que apresentaram os melhores níveis de controle foram: Gamit/Permit, Ronstar, Only, Kifix e Ricer (>90,0%). Os herbicidas Gamit 500 EC, Herbadox, Goal e Saturn, resultaram em controle insatisfatório de ECH (<80,0%) (Tabela 2). De maneira geral, pode-se considerar a eficiência dos tratamentos acima do esperado, considerando-se as doses utilizadas (limite inferior) e a elevada infestação de ECH (constatada nas parcelas testemunhas e bordaduras laterais sem aplicação dos tratamentos). É provável que este resultado esteja relacionado ao adequado teor de umidade do solo no momento de aplicação dos tratamentos.

Tabela 2. Fitotoxicidade ao arroz (%) aos 8 DAA (FITO), controle de capim-arroz (%) (ECH), tiririca (CYPDI) e angiquinho (AES) aos 64 DAA e produtividade de grãos (PROD), em kg ha⁻¹, Itajaí, SC, 2014/2015.

Tratamentos (p.c. ha ⁻¹)	FITO ¹		ECH		CYPDI ²		AES ²	PROD
1. Gamit 500 EC (0,8 L)	15,7	ab	70	b	NC		NC	7968 bc
2. Gamit 360 CS/Permit (2,5L+6g)	0,0	c	99	a	NC		NC	10210 a
3. Herbadox (2,5 L)	7,5	abc	71	b	NC		NC	6804 c
4. Ronstar (3,0 L)	0,0	c	96	a	C		NC	9117 ab
5. Goal (1,0 L)	20,0	a	79	b	C		NC	8568 abc
6. Saturn (8,0 L)	5,0	bc	73	b	NC		NC	7549 bc
7. Only (0,75 L)	0,0	c	98	a	C		NC	9016 abc
8. Kifix (140 g)	0,0	c	91	a	C		NC	9155 ab
9. Ricer (0,2 L)	5,0	bc	100	a	C		NC	9922 a
10. Testemunha	0,0	c	0	c	NC		NC	2801 d
CV (%)	96,0		10		-		-	17,81

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade (p>0,05).

¹ análise realizada com os dados transformados em: $\sqrt{x + 0,5}$.

² C = controlou e não houve incidência da espécie em nenhuma parcela e NC = não controlou e houve incidência da espécie.

Os herbicidas Ronstar, Goal, Only, Kifix e Ricer controlaram a tiririca (CYPDI). Já o angiquinho (AES), infestou todos os tratamentos, sendo atribuído o conceito de não controle (NC) para todos (Tabela 2). A produtividade do arroz tratado com herbicida foi significativamente superior à testemunha que não recebeu herbicida, esse resultado é um forte indicativo de que os tratamentos minimizaram a interferência das plantas daninhas com o arroz.

Houve concordância entre os resultados de controle do capim-arroz e produtividade do arroz irrigado, já que os tratamentos que apresentaram as maiores produtividades foram Gamit/Permit e Ricer, justamente os tratamentos de melhor controle (Tabela 2). Além disso, observou-se que os tratamentos de menor produtividade foram justamente aqueles que proporcionaram níveis mais baixos de controle do capim-arroz (Gamit, Herbadox e Saturn).

A fim de se obter respostas acerca da dependência dos resultados, realizou-se a análise de correlação linear de Pearson entre as variáveis. Essa análise confirmou a correlação linear positiva e significativa entre as variáveis controle do capim-arroz e produtividade (Tabela 3).

Tabela 3. Análise de correlação linear de Pearson entre as variáveis fitotoxicidade, controle de capim-arroz e produtividade de grãos. Itajaí, SC, 2014/2015.

Correlação	Coefficiente (r)	Significância
Controle x produtividade	0,9669	**
Controle x fitotoxicidade	0,0629	ns
Produtividade x fitotoxicidade	0,0240	ns

** = significativo ($p < 0,01$) e ns = não significativo ($p > 0,05$).

Os dados de correlação sugerem que quanto maior o nível de controle do capim-arroz, maior foi a produtividade do arroz irrigado. Não houve correlação significativa entre controle x fitotoxicidade e produtividade x fitotoxicidade. Esses resultados indicam que: 1) A fitotoxicidade provocada pelos herbicidas não prejudicou o desenvolvimento do arroz irrigado e por consequência a sua capacidade competitiva, e, 2) Os efeitos fitotóxicos dos herbicidas não prejudicaram a produtividade do arroz.

CONCLUSÕES

Os tratamentos herbicidas com Gamit/Permit, Ronstar, Only, Kifix e Ricer, nas doses avaliadas, são eficazes no controle de capim-arroz (*Echinochloa* spp.), aplicados em pré emergência do arroz irrigado, em sistema de cultivo mínimo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fapesc (Processo 6946/2011-9) e CNPq (Processo 562451/2010-2) pelo apoio financeiro para o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRES, A.; MACHADO, S.L.O. Plantas daninhas em arroz irrigado. In: GOMES, A.S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A.M. **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2004. p.457-534.

GALON, L. et al. Níveis de dano econômico para decisão de controle de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) em arroz irrigado (*Oryza sativa*). **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 25, n. 4, p. 709-718, 2007.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e Nocivas**: Tomo I. 2.ed. São Paulo: BASF, 1997.

SOSBAI. **Arroz Irrigado**: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Santa Maria, RS: SOSBAI, 2014.

TALBERT, R.E.; BURGOS, N.R. History and management of herbicide resistant barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in Arkansas rice. **Weed Technology**, Champaign, v.21, n.2, p.324-331, 2007.

EFICÁCIA DO CONTROLE DE CYHALOFOP-BUTYL EM POPULAÇÕES DE CAPIM-ARROZ DA REGIÃO SUL DO BRASIL E EFEITO DA FENOLOGIA DA INFESTANTE NO SEU DESEMPENHO

Rogério S. Rubin¹; Augusto Kalsing²; Carlos H. P. Mariot²; Angela D. C. Bundt²

Palavras-chave: *Echinochloa crus-galli*, *E. colona*, época de aplicação, tolerância

INTRODUÇÃO

O capim-arroz (*Echinochloa* spp.) ocorre com grande frequência e distribuição nas regiões produtoras de arroz irrigado, sendo uma das principais plantas daninhas infestantes da cultura no Brasil e no mundo. Existem, atualmente, diversos herbicidas registrados para utilização na cultura do arroz irrigado no Brasil, muitos dos quais são recomendados para o controle de capim-arroz (MAPA, 2014). Mas, na última década, o uso contínuo de imidazolinonas selecionou biótipos de capim-arroz com resistência a estes herbicidas em inúmeras lavouras de arroz (SOSBAI, 2014). Biótipos com elevado nível de resistência às imidazolinonas - fator de resistência ≥ 10 - foram identificados em todas as regiões orizícolas do Rio Grande do Sul (Kalsing et al., 2011). Este problema se soma ao da resistência de biótipos da mesma espécie ao quinclorac, inclusive com casos de resistência múltipla (Noldin et al., 2009; Matzenbacher et al., 2015), limitando, em muitas situações, as opções do orizicultor para o controle eficaz do capim-arroz.

Cyhalofop-butyl é um herbicida sistêmico, que controla gramíneas anuais e perenes, e que é empregado com sucesso há mais de uma década na orizicultura irrigada para o controle químico de capim-arroz. Possui características físico-químicas que lhe conferem elevada seletividade à cultura e, por inibir a enzima ACCase, seu mecanismo de ação é distinto das imidazolinonas e quinclorac. Por essas razões, ele tem sido alternativa eficaz para o controle de biótipos de capim-arroz resistentes às imidazolinonas na região Sul do Brasil (Kalsing et al., 2011; Mariot et al., 2013). Mas, em alguns casos, o orizicultor nem sempre fica satisfeito com o resultado do cyhalofop-butyl, sobretudo quando a área é tratada com capim-arroz em estágio mais avançado. As hipóteses deste trabalho foram que: (i) as populações de capim-arroz da região Sul do Brasil apresentam nível de tolerância diferencial ao cyhalofop-butyl; (ii) a eficácia do controle de cyhalofop-butyl é inversamente proporcional ao estágio do capim-arroz.

O objetivo foi avaliar a eficácia do controle de populações de capim-arroz resistentes às imidazolinonas com cyhalofop-butyl, e quantificar o efeito de estádios fenológicos desta infestante sobre o desempenho de cyhalofop-butyl.

MATERIAL E MÉTODOS

Nos anos de 2013 e 2014, três ensaios foram conduzidos em casa de vegetação com ambiente controlado na Estação Experimental da Dow Agrosciences Ind. Ltda., no município de Mogi Mirim, SP. Nos três casos, a instalação dos ensaios ocorreu conforme descrito por Matzenbacher et al. (2013), padronizando o estabelecimento das plantas das distintas populações de capim-arroz. Assim, lotes com três gramas de sementes foram semeados em vasos com capacidade para 5.000 ml que continham como substrato solo, adubado de acordo com SOSBAI (2014). No início, os vasos foram irrigados por aspersão, até as plantas atingirem de três a quatro folhas, após, procedeu-se à irrigação por inundação com lamina d'água sobre o solo. As plantas foram sempre mantidas em ambiente protegido durante o período da experimentação, com temperatura do ar constante

¹ Pesquisador, Dow Agrosciences Ind. Ltda, Av. das Nações Unidas, 14.171, Diamond Tower – 2º Andar, São Paulo (SP), CEP: 04794-000. Autor para correspondência. E-mail: rsrubin@dow.com.br.

² Pesquisadores, Dow Agrosciences Ind. Ltda. E-mails: akalsing@dow.com, cpmariot@dow.com e adbundt@dow.com.

de $27,5 \pm 5$ °C e fotoperíodo de 12 ± 1 horas de luz.

Nos ensaios 1 e 3, foram utilizadas sementes coletadas de plantas escapes de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) de 156 (2013) e 103 (2014) áreas orizícolas nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Em todos os casos, as áreas foram semeadas com arroz *Clearfield* e o capim-arroz tratado com imidazolinonas, havendo controle insatisfatório e posterior aplicação de cyhalofop-butyl. Cada amostra conteve sementes de panículas de diversas plantas que ocorriam na área de coleta; assim, foram tratadas como populações, pois poderiam conter mais de um biótipo. Utilizou-se delineamento inteiramente ao acaso, com três repetições por população de capim-arroz, sendo cada repetição constituída por vaso com 25 plantas não sobrepostas. Todas as populações foram testadas frente à cyhalofop-butyl (CLINCHER®) à 360 g i.a./ha, acrescido do adjuvante Joint Oil à 2% v./v., a dois ou três dias antes do início da inundação. A aplicação foi realizada com apoio de um pulverizador portátil de precisão a CO₂, munido com bicos modelo XR Teejet 110.015, cabibrado para volume de calda igual a 100 L ha⁻¹.

No ensaio 2, realizado em 2013, foram escolhidas ao acaso cinco populações de capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*) provenientes de diferentes regiões orizícolas do estado do Rio Grande do Sul. O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso, com tratamentos em arranjo fatorial (A=6xB=5) e três repetições, sendo que cada repetição constou de vaso com cinco plantas. O fator A constou de seis doses crescentes do herbicida cyhalofop-butyl (CLINCHER®), a seguir: 0, 45, 90, 180, 360 e 720 g i.a./ha, acrescido do adjuvante Joint Oil à 2% v./v. O fator B constou de cinco estádios fenológicos das plantas de capim-arroz: 2 folhas, 4 folhas, 6 folhas (e 1 a 2 perfilhos), 8 folhas (e 3 a 4 perfilhos) e florescimento. A aplicação foi realizada com apoio de um pulverizador portátil de precisão a CO₂, munido com bicos modelo AIXR Teejet 110.015, cabibrado para volume de calda igual a 150 L ha⁻¹. A fim de evitar qualquer efeito da água sobre o herbicida nas aplicações mais tardias, reduziu-se a lamina d'água de forma temporária um dia antes da aplicação dos tratamentos.

A eficácia do controle de capim-arroz foi avaliada em todas as situações aos 30 dias após as aplicações (DAA), adotando-se o método visual com escala percentual, de acordo com CAMPER (1986). Nos ensaios 1 e 3, procedeu-se com a construção de histogramas de faixas de controle para o classificação das populações de acordo com o nível de tolerância ao cyhalofop-butyl. Para isso, as populações foram agrupadas com base na resposta aos tratamentos herbicida e os histogramas foram gerados com apoio do programa estatístico Sigma Plot 11.0. No ensaio 2, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$) e, na sequência, à análise de regressão pelo modelo log-logístico de três parâmetros. As funções obtidas permitiram estimar matematicamente o valor do GR₅₀, ou seja, a dose do herbicida que proporciona 50% de eficácia de controle das plantas de capim-arroz.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos ensaios 1 e 3, verificou-se efeito diferenciado do tratamento herbicida com cyhalofop-butyl entre as populações, em ambas as estações de crescimento, conforme ilustrado na Figura 1. Em 2013, cyhalofop-butyl à 360 g i.a./ha apresentou elevado nível de controle para as 156 populações avaliadas, obtendo-se em todas as situações eficácia de controle de, no mínimo, 91%. Em 2014, houve maior variabilidade na resposta das diferentes populações para o mesmo tratamento, uma vez que cerca de 20 populações foram controladas em valor inferior a 90%. Estes resultados confirmam a hipótese testada de que há variabilidade entre populações de capim-arroz da região Sul do Brasil quanto ao nível de tolerância ao cyhalofop-butyl. Ademais, eles evidenciam a existência de biótipos com elevado nível de tolerância ao herbicida, que não são controlados (<80%) mesmo com dose superior à dose recomendada.

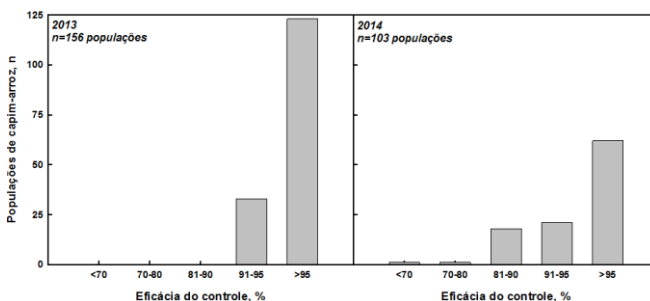


Figura 1. Histograma para faixas de eficácia de controle de diferentes populações de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) com o herbicida cyhalofop-butyl (360 g i.a./ha), aos 30 dias após a aplicação (DAA). Mogi Mirim, SP, 2013 e 2014.

No experimento 2, a eficácia do controle variou em função da interação significativa entre dose de cyhalofop-butyl e estágio fenológico da infestante para os cinco biótipos, na avaliação aos 30 DAA (Figura 2). De fato, houve decréscimo do controle em função do avanço do desenvolvimento do capim-arroz, especialmente a partir do momento em que as plantas iniciaram o perfilhamento. Por exemplo, quando as plantas encontravam-se nos estádios fenológicos iniciais (2-4 folhas), obteve-se na maioria dos casos controle eficaz com o uso das doses de rótulo (180-315 g/ha); todavia, quando as plantas encontravam-se nos estádios fenológicos avançados (1-4 perfilhos), o capim-arroz só foi controlado (>80%) com a aplicação do dobro da dose de rótulo. Assim, fica evidente que a eficácia deste herbicida é dependente do estágio do capim-arroz, e que o benefício advindo do seu uso será reduzido nos casos de plantas em perfilhamento.

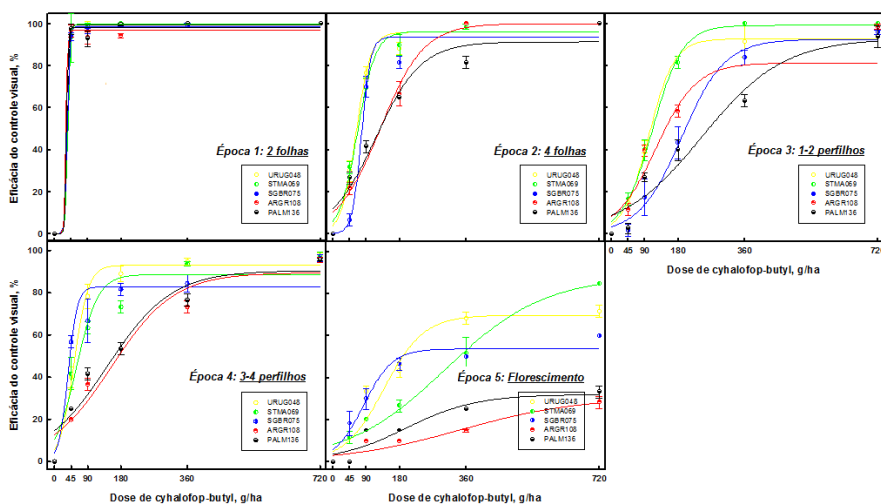


Figura 2. Eficácia do controle de cinco populações de capim-arroz (*E. crus-galli*) em função de seis doses de cyhalofop-butyl e cinco estádios fenológicos da infestante, avaliada aos 30 dias após a aplicação (DAA). Mogi Mirim, SP, 2013.

À medida que o capim-arroz se desenvolveu, houve diminuição dos níveis de controle, visto que o valor obtido para o GR₅₀ foi diretamente proporcional ao estágio da infestante, na média dos biótipos (não apresentado). De fato, a capim-arroz foi muito sensível quando tratado nos estádios fenológicos de 2 e 4 folhas, pois o GR₅₀ médio foi obtido com doses de cyhalofop-butyl inferiores a 100 g ha⁻¹. Ao contrário, nas situações de controle nos três estádios fenológicos mais avançados, a magnitude do GR₅₀ cresceu exponencialmente, ultrapassando a dose do herbicida de 300 g ha⁻¹. Isso confirma a hipótese testada de que a eficácia do controle de capim-arroz com cyhalofop-butyl é inversamente proporcional ao estágio de desenvolvimento desta infestante. Além disso, demonstra que o aumento da dose do herbicida compensará apenas em parte o decréscimo do controle nas situações de plantas com estágio avançado de desenvolvimento.

Os resultados demonstram que cyhalofop-butyl é uma alternativa eficaz e viável para o controle de capim-arroz resistente às imidazolinonas, desde que a aplicação ocorra nos estádios fenológicos iniciais (2-4 folhas). É neste curto período de tempo que a infestante apresenta maior sensibilidade à atividade herbicida do cyhalofop-butyl e que as expectativas do orizicultor serão possivelmente atingidas. Outro ponto importante a ser considerado é a variação de resposta entre biótipos de capim-arroz, uma vez que alguns biótipos possuem maior nível de tolerância que outros (Figura 1). Isso demonstra que o atraso da aplicação pode ser ainda mais prejudicial em algumas situações, uma vez que pode haver efeito combinado entre biótipo tolerante e estágio avançado. Deste modo, quando há suspeita da resistência do capim-arroz às imidazolinonas na lavoura, o orizicultor deverá proceder com a aplicação de cyhalofop-butyl tão logo quanto possível.

CONCLUSÃO

Populações de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) da região Sul do Brasil possuem tolerância diferencial ao cyhalofop-butyl. A eficácia deste herbicida é inversamente proporcional ao estágio fenológico do capim-arroz. Cyhalofop-butyl é uma alternativa eficaz para o controle químico de capim-arroz resistente às imidazolinonas, desde que a aplicação ocorra nos estádios iniciais da infestante (2-4 folhas).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPER, N.D. **Research Methods in Weed Science**. 3º Ed. Champaign: Southern Weed Science Society, 1986. p. 29-46.
- KALSING, A. et al. Aspectos da resistência de capim-arroz a herbicidas. CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7., 2011, Balneário Camboriú. **Anais...** Balneário Camboriú: EPAGRI, 2011. p. 519-521.
- MARIOT, C.H.P. et al. Controle de capim-arroz resistente a inibidores da ALS com o herbicida formulado penoxsulam+cyhalofop-butyl em arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria:UFSM/SOSBAI, 2013. p.513-516.
- MATZENBACHER, F.O. et al. Rapid diagnosis of resistance to imidazolinone herbicides in barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) and control of resistant biotypes with alternative herbicides. **Planta Daninha**, v.31, n.3, p.645-656, 2013.
- MATZENBACHER, F.O. et al. Distribution and analysis of the mechanisms of resistance of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) to imidazolinone and quinclorac herbicides. **Journal of Agricultural Science**, v. 153, p. 1-15, 2015.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (Agrofit)**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 1/05/14.
- NOLDIN, J.A. et al. Capim-arroz com resistência múltipla a herbicidas em Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 6., 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Palotti, 2009. p. 308-311.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz Irrigado**: indicações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Santa Maria: SOSBAI, 192p. 2014.

EFICIÊNCIA DA MISTURA FORMULADA POR CYHALOFOP + PENOXSULAM NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO

Angela Da Cas Bundt¹; Carlos Henrique Paim Mariot²; Rogério da Silva Rubin³

Palavras-chave: Herbicida, *Oryza sativa*, resistência.

INTRODUÇÃO

As plantas daninhas interferem diretamente no desenvolvimento das culturas através da competição por água, luz e nutrientes bem como por serem hospedeiras de pragas e doenças. No caso da cultura do arroz irrigado, a ausência de controle das plantas daninhas pode ocasionar perdas de até 90 % da produtividade de grãos (ANDRES & MACHADO, 2004).

Diversas são as plantas daninhas que infestam a cultura do arroz irrigado. Nesse contexto, o surgimento de biótipos resistentes à herbicidas têm cada vez mais preocupado o setor orizícola. O capim arroz (*Echinochloa* sp.) é considerada uma das plantas daninhas mais importantes na cultura do arroz irrigado. Os prejuízos causados por essas plantas estão relacionados principalmente aos efeitos da competição por luz e nutrientes, acamamento das plantas de arroz, depreciação do produto colhido, como também pode atuar como hospedeiro de pragas e moléstias, diminuindo o valor comercial das áreas cultivadas (AGOSTINETTO et al., 2007). Uma planta de capim-arroz por metro quadrado pode reduzir a produtividade do arroz em 64 Kg ha⁻¹ (ANDRES & MENEZES, 1997).

O aumento dos casos de resistência aos herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS), proporcionado pela pressão de seleção dos herbicidas desse mecanismo de ação, tem dificultado o controle das plantas daninhas. Atualmente, diversos biótipos são documentados como resistentes tais como *Echinochloa crus-galli* com resistência múltipla aos inibidores de ALS e quinclorac; e *Sagittaria montevidensis*, *Cyperus iria*, *Cyperus difformis*, *Fimbristilis miliacea* e *Oryza sativa* resistentes aos inibidores da ALS (HRAC, 2015). Tais resistências dificultam o controle dessas plantas daninhas, visto que sendo o controle químico a principal forma de manejo, ainda são poucos os produtos registrados aptos para proporcionar controle eficiente dessas plantas daninhas resistentes. Dessa forma, o controle fica restrito à poucos herbicidas que muitas vezes não são devidamente eficientes, facilitando a disseminação desses biótipos para outras lavouras e/ou regiões.

A associação de herbicidas juntamente com boas práticas de manejo é a melhor ferramenta para manejo de plantas daninhas, sejam resistentes ou não. A mistura formulada GF-2352, novo herbicida da Dow Agrosciences para uso em arroz irrigado, surge como eficiente ferramenta no controle de plantas daninhas. Tal mistura consiste na associação de cyhalofop-butyl e penoxsulam (214,01 + 30 g i.a. L⁻¹, respectivamente). Cyhalofop-butyl é um herbicida sistêmico, inibidor da ACCase, eficiente no controle de gramíneas. Já o penoxsulam também é um herbicida sistêmico, inibidor da ALS, recomendado para o controle de gramíneas, ciperáceas e folhas largas na cultura do arroz irrigado. A associação dessas duas moléculas confere a um mesmo herbicida maior amplitude de controle, visto que engloba dois mecanismos de ação em um mesmo produto.

Em vista do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência da mistura formulada por penoxsulam + cyhalofop-butyl (GF-2352) no controle de plantas daninhas na cultura do arroz irrigado.

¹ Dra. Eng. Agr., Dow Agrosciences, Avenida das Nações Unidas 14.171, São Paulo/SP, adbundt@dow.com

² Msc. Eng. Agr., Dow Agrosciences

³ Msc. Eng. Agr., Dow Agrosciences

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos a campo durante a safra 2014/15 em áreas de lavouras comerciais nos municípios de Agudo (experimento 1) e Arroio Grande (experimento 2), ambos no Rio Grande do Sul. O delineamento experimental utilizado nos dois experimentos foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos estão listados na Tabela 1. As unidades experimentais constaram de parcelas de 18 m² (3 x 6 m), sendo 12 m² (2 x 6 m) a área tratada com os herbicidas. A área restante serviu como testemunha lateral (1 x 6 m) para auxiliar na avaliação dos tratamentos.

A cultivar utilizada no experimento 1 foi IRGA 428 a qual foi semeada no dia 19/11/14. Os tratamentos foram aplicados no dia 19/12/14 e a irrigação por inundação deu-se dois dias após. No momento da aplicação dos tratamentos a população de plantas daninhas na área era composta por *Echinochloa crus-galli* (ECHCG) na densidade de 30 plantas/m² e no estádio de 2 folhas a 3 perfilhos; *Brachiaria plantaginea* (BRAPL) na densidade de 50 plantas/m² e no estádio de 4 folhas a 4 perfilhos; e *Cyperus esculentus* (CYPES) na densidade de 15 plantas/m² e no estádio de 2 - 5 folhas. Já para o experimento 2 foi utilizada a cultivar Puitá Inta CL sendo que a semeadura foi realizada no dia 15/11/14. Os tratamentos foram aplicados no dia 10/12/14 e a irrigação por inundação deu-se um dia após. No momento da aplicação dos tratamentos a população de plantas daninhas era de aproximadamente 500 plantas/m² de ECHCG resistente aos herbicidas inibidores da ALS em estádio de 2 folhas a 1 perfilho.

Tabela 1: Tratamentos testados nos experimentos. Agudo e Arroio Grande, 2014/15.

Tratamento Herbicida + Adjuvante	Dose do herbicida (g i.a. ha ⁻¹)	Dose comercial Herbicida + Adjuvante (L ha ⁻¹)
GF-2352 + Veget Oil	366	1,5 + 1,5
GF-2352 + Veget Oil	440	1,8 + 1,5
GF-2352 + Veget Oil	488	2,0 + 1,5
Ricer + Veget Oil	36	0,150 + 1,0
Ricer + Veget Oil	48	0,200 + 1,0
Clincher + Veget Oil	350	2,0 + 2,0
Clincher + Veget Oil*	527	3,0 + 2,0
Testemunha		

*Tratamento presente somente no experimento 1.

Em ambos os experimentos os tratamentos foram aplicados utilizando-se pulverizador portátil de precisão pressurizado a CO₂, com barra de dois metros munida de quatro bicos de jato leque (série XR 11002) espaçados em 0,5 m, à pressão constante de 32 psi, resultando em volume de calda equivalente a 150 L ha⁻¹. As aplicações mantiveram-se dentro dos padrões ideais para boas práticas de aplicação de defensivos agrícolas.

As variáveis avaliadas foram percentagem de controle das plantas daninhas aos 15, 30 e 45 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA) e fitotoxicidade dos herbicidas aos 15, 30 e 45 DAA. Ambas as variáveis foram avaliadas atribuindo-se, visualmente, valores percentuais de 0 a 100, sendo que 0 indicava ausência de controle e sintomas de toxidez dos herbicidas às plantas na parcela; e 100 o controle total e a morte das plantas, para controle do capim arroz e fitotoxicidade à cultura, respectivamente.

Os dados obtidos foram analisados quanto ao cumprimento das pressuposições do modelo matemático e então, submetidos aos procedimentos de análise da variância (ANOVA), realizando comparação de médias pelo teste tukey a 5 % de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de controle são apresentados na tabela 2. Os dados mostram que o

herbicida GF-2352 foi eficiente para o controle de ECHCG em todas as doses testadas entregando controle superior a 90 % em ambas as populações, resistentes à ALS ou não. Observa-se que no experimento 1 a mistura formulada por cyhalofop + penoxsulam proporcionou controle estatisticamente igual ao Ricer. Já as doses 2 e 3 L ha⁻¹ da mesma mistura formulada entregaram controle de ECHCG estatisticamente superior ao Clincher em todas as doses testadas. Já no experimento 2 o controle proporcionado por GF-2352 foi estatisticamente superior ao Ricer e igual ao Clincher. O baixo controle proporcionado pelo Ricer no experimento 2 deve-se ao fato da população de ECHCG ser resistente aos herbicidas inibidores da ALS. A diferença entre o controle de ECHCG proporcionado por Clincher em ambos os experimentos deve-se ao estágio da planta daninha no momento da aplicação do herbicida. No experimento 1 as plantas encontravam-se com até 3 perfilhos, o que comprometeu a eficácia do Clincher; já no experimento 2 o estágio inicial de desenvolvimento das plantas (até 1 perfilho) proporcionou o controle quase total de ECHCG.

Tabela 2: Percentagem de controle de plantas daninhas avaliada aos 30 dias após a aplicação dos tratamentos.

Tratamento	Dose ha ⁻¹	Controle %			
		Experimento 1		Experimento 2	
		ECHCG	BRAPL	CYPES	ECHCG
GF-2352 [#]	1,5	90 ab*	78 b	90 a	96 a
GF-2352	1,8	98 a	85 ab	95 a	97 a
GF-2352	2,0	99 a	81 ab	95 a	97 a
Ricer	0,15	88 ab	30 c	93 a	32 b
Ricer	0,2	100 a	37 c	95 a	40 b
Clincher	3,0	67 c	100 a	0 b	97 a
Clincher	4,0	80 bc	100 a	0 b	-
Testemunha		0 d	0 d	0 c	0 c
CV %		8,76	11,23	3,97	11,28

*Médias na mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5 % de probabilidade de erro pelo teste Tukey.

[#]Adjuvantes de acordo com os tratamentos descritos na Tabela 1.

Os controles de BRAPL e CYPES são apresentados na Tabela 2. Não foi observada diferença estatística entre as doses de GF-2352 para o controle de BRAPL. Contudo, observa-se que GF-2352 entregou controle superior a 80 % somente nas doses 1,8 e 2,0 L/ha sendo que essas mesmas doses foram estatisticamente iguais ao Clincher à 3 e 4 L/ha, que entregou 100 % de controle. Ricer não entregou controle satisfatório em nenhum das doses testadas. Já para CYPES o controle foi superior a 90 % para todas as doses de GF-2352 e Ricer sendo os tratamentos estatisticamente iguais. Clincher não apresenta controle para essa planta daninha.

A associação dos herbicidas Ricer e Clincher já é amplamente utilizada em lavouras comerciais para controle de plantas daninhas, pois agrega dois mecanismos de ação em uma mesma aplicação, proporcionando eficiente controle de plantas daninhas e diminuindo a pressão de seleção de um mesmo mecanismo de ação sobre uma população de plantas daninhas. Outros resultados científicos comprovam a eficiência dessa mistura no controle de plantas daninhas, destacando-se o controle de ECHCG suscetível (BUNDT et al., 2013) e/ou resistente à ALS (MARIOT et al. 2013); e angiquinho (*Aeschynomene denticulata*) (PIVETA et al., 2011).

Os resultados de injúria ao arroz irrigado são apresentados na tabela 3. Não foram observados sintomas de toxidez dos herbicidas ao arroz irrigado em nenhuma das avaliações realizadas para ambos os experimentos. Tais resultados mostram que todos os tratamentos testados são seletivos a cultura do arroz irrigado.

Com os resultados obtidos no presente resumo fica evidente que a mistura formulada por cyhalofop + penoxsulam apresenta-se eficiente para o controle de ECHCG resistente ou não aos inibidores da ALS bem como BRAPL e CYPES. A associação dessas duas moléculas em um mesmo produto proporcionará bom controle de gramíneas pelo cyhalofop

e de folhas largas e ciperáceas através do penoxsulam, mostrando-se uma excelente ferramenta para controle de plantas daninhas na cultura do arroz irrigado.

Tabela 3: Percentagem de injúria no arroz avaliada aos 15, 30 e 45 dias após a aplicação dos tratamentos.

Tratamento	Dose L/ha	Controle %					
		Experimento1			Experimento 2		
		15 DAA	30 DAA	45 DAA	15 DAA	30 DAA	45 DAA
GF-2352 [#]	1,5	0 a	0 a	0 a	2 ab	0 a	0 a
GF-2352	1,8	0 a	0 a	0 a	1 b	0 a	0 a
GF-2352	2,0	0 a	0 a	0 a	1 b	0 a	0 a
Ricer	0,15	0 a	0 a	0 a	3 ab	0 a	0 a
Ricer	0,2	0 a	0 a	0 a	6 a	0 a	0 a
Clincher	3,0	0 a	0 a	0 a	0 b	0 a	0 a
Clincher	4,0	0 a	0 a	0 a	0 b	0 a	0 a
Testemunha		0 a	0 a	0 a	0 b	0 a	0 a
CV %		0	0	0	97	0	0

*Médias na mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5 % de probabilidade de erro pelo teste Tukey.

[#]Adjuvantes de acordo com os tratamentos descritos na Tabela 1.

CONCLUSÃO

O herbicida GF-2352 é eficiente no controle do capim arroz resistente ou não ao mecanismo de ação dos inibidores da ALS, *Brachiaria plantaginea* e *Cyperus esculentus* nas doses superiores a 1.8 L/ha.

O herbicida GF-2352 é seletivo a cultura do arroz irrigado em todas as doses testadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINETTO, D. et al. Interferência de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) na cultura do arroz irrigado (*Oryza sativa*) em função da época de irrigação. **Planta Daninha**, v.25, n.4, p.689-696, 2007.
- ANDRES, A.; MACHADO, S.L.O. Plantas daninhas em arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES Jr., A. M. (Eds.). **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.
- ANDRES, A.; MENEZES, V.G. Rendimento de grãos do arroz irrigado em função de densidade de capim arroz (*Echinochloa crus-galli*). In: Reunião da cultura do arroz irrigado, 22. 1997, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: Epagri, 1997.
- BUNDT, A.D.C. et al. Eficiência da mistura formulada por penoxsulam + cyhalofop-butyl no controle de capim arroz na cultura do arroz irrigado. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 8. 2013, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2013.
- MARIOT, C.H.P. et al. Controle de capim-arroz resistente a inibidores da ALS com o herbicida formulado penoxsulam + cyhalofop-butyl em arroz irrigado. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 8. 2013, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2013.
- PIVETA, L.B. et al. Compatibilidade da mistura formulada de penoxsulam com cyhalofop-butyl no controle de *Aeschynomene denticulata* na cultura do arroz irrigado. In: VII Congresso Brasileiro De Arroz Irrigado, 9. 2011, Balneário Camboriú. **Anais...** Balneário Camboriú: EPAGRI, 2011.
- WEED SCIENCE. Herbicide resistant weeds in Brazil. Disponível em: <<http://weedscience.org/summary/country.aspx>>. Acesso em: 09 jun. 2015.

EFICIÊNCIA DE SAFLUFENACIL E CARFENTRAZONE-ETHYL PARA O CONTROLE DE *Cyperus iria* e *Aeschynomene denticulata*

Jessica Dias Gomes da Silva¹; Jéssica Rodrigues Garcia¹; Claudia de Oliveira²; André Andres³; Dirceu Agostinetto⁴

Palavras-chave: *Oryza sativa*, inibidores da PROTOX, tiririca, angiquinho.

INTRODUÇÃO

O arroz é um dos alimentos mais importantes para a nutrição humana, sendo a base alimentar de mais de três bilhões de pessoas. Dentro do cenário nacional o Rio Grande do Sul destaca-se como maior produtor, sendo responsável por 67% da produção (IRGA, 2015).

A presença de plantas daninhas é fator limitante da produtividade das lavouras de arroz irrigado. O difícil controle das plantas infestantes pode ser atribuído à diversidade de espécies e seu elevado índice de ocorrência. Dentre as principais plantas daninhas nas lavouras de arroz irrigado destacam-se as espécies *Cyperus iria* (tiririca) e *Aeschynomene denticulata* (angiquinho).

O gênero *Cyperus* destaca-se por ter ocorrência em todas as regiões produtoras do cereal, sendo o *Cyperus iria* uma das espécies que ocorrem com maior frequência (ULGUIM, 2011). Já, o *Aeschynomene denticulata* é uma espécie anual que está presente em praticamente 30% da área do Estado do Rio Grande do Sul (EMBRAPA, 2009).

Uma forma de reduzir a interferência dessas plantas daninhas desde a fase inicial de desenvolvimento da cultura é através da aplicação de herbicidas dessecantes, em período anterior a semeadura e/ou acrescido de dessecação em ponto de agulha. Como alternativa aos herbicidas de ação total, os quais têm apresentado problemas de resistência ou tolerância de algumas espécies ou para ser associados a eles, há a possibilidade de utilização dos herbicidas saflufenacil e carfentrazone-ethyl, ambos inibidores da PROTOX (Protoporfirinogênio oxidase).

O objetivo do trabalho foi avaliar o controle de *Cyperus iria* e *Aeschynomene denticulata* através da aplicação dos herbicidas saflufenacil e carfentrazone-ethyl.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de janeiro a março de 2015 no campo experimental da Embrapa Clima Temperado, localizada no município de Capão do Leão. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições e conduzido em esquema fatorial, onde o fator A testou os herbicidas saflufenacil (Heat[®]) e carfentrazone-ethyl (Aurora 400 CE[®]); e o fator B testou doses dos herbicidas (0; 0,5; 1; 1,5; 2 vezes a dose de registro), sendo considerada como dose de registro para o saflufenacil 150 g ha⁻¹ (105 g. i. a. ha⁻¹) e para o carfentrazone-ethyl 110 ml ha⁻¹ (44 g. i. a. ha⁻¹) (AGROFIT, 2015). As unidades experimentais constaram de parcelas com 10 m² em área com ocorrência natural das plantas daninhas de tiririca e angiquinho.

A aplicação dos herbicidas foi realizada no dia 30/01/15 com o auxílio de um pulverizador costal, pressurizado com CO₂, calibrado para proporcionar volume de pulverização de 120 L ha⁻¹. No momento da aplicação, as plantas de angiquinho apresentavam-se em estágio de pós florescimento e as de tiririca apresentavam de 4 a 5

¹ Graduanda em agronomia, FAEM/UFPEL, Andrade Neves 2600 Apt. 405, jessicadiasgomes@hotmail.com.

² Eng^o Agr^o, Doutoranda em Fitossanidade, FAEM/UFPEL.

³ Eng^o Agr^o, Pesquisador Embrapa Clima Temperado.

⁴ Eng^o Agr^o, Dr. Professor do Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, FAEM/UFPEL.

folhas.

As variáveis avaliadas foram controle das plantas de tiririca e angiquinho aos 10, 21, 33 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT). O controle foi avaliado em escala percentual em que zero significa ausência de injúrias e cem a morte das plantas.

Os dados obtidos foram analisados quanto a sua normalidade (teste de Shapiro Wilk) e, posteriormente submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$). No caso de ser constatada significância estatística para o fator herbicida os efeitos foram avaliados pelo teste de t ($p \leq 0,05$); enquanto para o fator doses realizou-se análise de regressão, ajustando-se os dados à equação de regressão linear, representada pela seguinte equação $y = a + bx$, onde: a = é o valor máximo ou mínimo estimado para a variável resposta, b = é a inclinação da curva e x = a dose de herbicida.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o angiquinho não se verificou interação entre os fatores, sendo observado efeito de herbicida somente aos 10 DAT (Tabela 1) e efeito de dose em todas as épocas de avaliação (Figura 1). Para tiririca verificou-se interação entre os fatores em todas as épocas de avaliação (Tabela 2 e Figura 2).

O herbicida saflufenacil, aos 10 DAT, demonstrou ter eficiência superior para controle de angiquinho comparativamente ao carfentrazone-ethyl (Tabela1). Para o efeito de doses verificou-se ajuste dos dados a equação linear, para todas as épocas de aplicação (Figura 1). Considerando a inclinação da reta (parâmetro b), os herbicidas apresentaram redução da eficiência de controle com a evolução das épocas de avaliação, o que decorre do efeito de contato apresentado pelos herbicidas testados. Na primeira avaliação com a aplicação da dose registrada o controle foi de aproximadamente 60% (Figura 1a), enquanto aos 21 e 33 DAT o controle foi de aproximadamente 35 e 20% respectivamente, sendo o controle máximo de aproximadamente 40 e 30%, respectivamente (Figura 1b e 1c). Os herbicidas testados não demonstraram eficiência no controle de angiquinho, resultados que corroboram com os observados para a espécie em área de soja, com a utilização do herbicida carfentrazone-ethyl (BORTOLOTTO et al., 2004).

Tabela 1: Controle de angiquinho aos 10 dias após o tratamento (DAT). Capão do Leão, 2015

Herbicida	Controle (%)
Saflufenacil	58 *
Carfentrazone	46
CV = 20,21	

* Médias na coluna seguidas por ^{ns} e * indicam diferença não significativa e significativa, respectivamente, pelo teste t ($p \leq 0,05$).

Para controle de tiririca aos 10 DAT, se verificou diferença entre os herbicidas em todas as doses testadas (Tabela 2). Aos 21 DAT o herbicida saflufenacil apresentou maior controle, em relação ao carfentrazone, com a utilização de duas vezes a dose, enquanto aos 33 DAT o maior controle da planta daninha ocorreu com a utilização de 1,5 e 2 vezes saflufenacil quando comparado com o herbicida carfentrazone-ethyl.

Tabela 2: Controle de tiririca com diferentes doses dos herbicidas saflufenacil e carfentrazone-ethyl aos 10, 22 e 33 dias após a aplicação do tratamento (DAT). Capão do Leão, 2015

Dose	10 DAT		21 DAT		33 DAT	
	Saflufenacil	Carfentrazone	Saflufenacil	Carfentrazone	Saflufenacil	Carfentrazone
Test.	0	^{ns1} 0	0	^{ns} 0	0	^{ns} 0
0,5	38	* 15	23	^{ns} 27	11	^{ns} 7
1	51	* 21	28	^{ns} 32	40	^{ns} 16
1,5	60	* 27	35	^{ns} 32	45	* 23
2	68	* 30	83	* 39	91	* 29
CV	26,04		15,51		20,58	

* Médias na linha seguidas por ^{ns} e * indicam diferença não significativa e significativa, respectivamente, pelo teste t ($p \leq 0,05$).

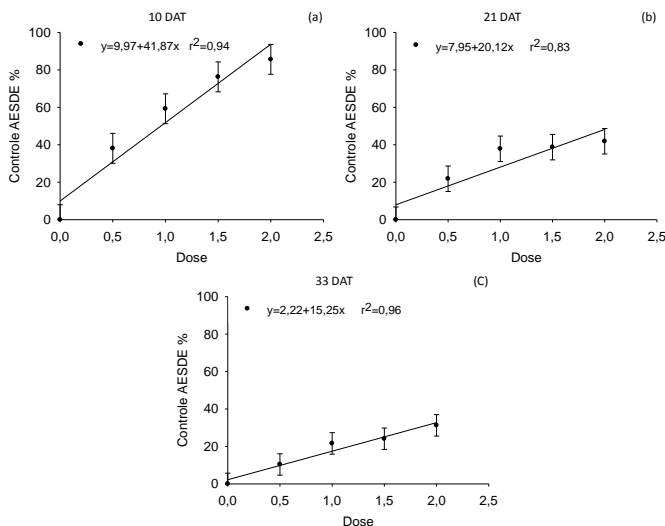


Figura 1: Controle de angiquinho (AESDE) com aplicação de diferentes doses de herbicidas aos 10 (a) 22 (b) e 33 (c) dias após a aplicação do tratamento (DAT). Capão do Leão, 2015. Os pontos representam as médias e as barras os intervalos de confiança a 5% de probabilidade.

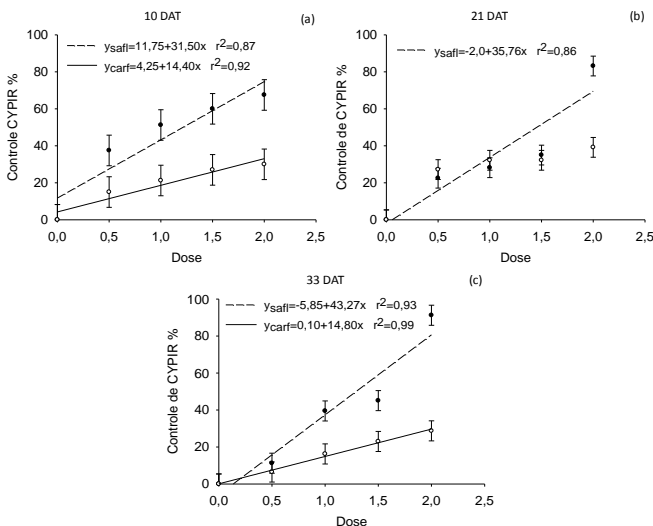


Figura 2: Controle de tiririca (CYPIR) com aplicação dos herbicidas saflufenacil e carfentrazone aos 10 (a) 22 (b) e 33 (c) dias após a aplicação do tratamento (DAT). Capão do Leão, 2015. Os pontos representam as médias e as barras os intervalos de confiança a 5% de probabilidade.

Para a tiririca, o efeito de doses apresentou comportamento linear, a exceção de carfentrazone-ethyl na avaliação realizada aos 22 DAT, o qual não se ajustou ao modelo (Figura 2). Em todas as épocas de avaliação, considerando a inclinação da reta (parâmetro b), o herbicida saflufenacil apresentou maior incremento de controle com o aumento da dose,

comparativamente ao carfentrazone-ethyl. Os níveis de controle de tiririca foram de aproximadamente 50, 30 e 40%, para a primeira, segunda e terceira época de avaliação, respectivamente, enquanto para o herbicida carfentrazone, considerando as mesmas épocas de avaliação os resultados foram de 20, 30 e 15%, respectivamente. Apenas aos 30 DAT com o uso do herbicida saflufenacil, no dobro da dose recomendada, foi verificado controle satisfatório de 90% (Figura 2). Em estudo realizado com aplicação de saflufenacil em *Ipomoea grandifolia*, *Sida rhombifolia* e *Richardia brasiliensis* também se observou controle eficiente, ao contrário do observado com o uso de carfentrazone-ethyl (VITORINO et al., 2012).

CONCLUSÃO

Os herbicidas saflufenacil e carfentrazone-ethyl não são eficientes para o controle de tiririca e angiquinho nas doses recomendadas dos produtos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT. **Sistema de agrotóxico fitossanitários:** Controle de planta daninha. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/lap_planta_consulta_cons>. Acesso em: 28 maio 2015.

BORTOLOTTO, R.P.; DORNELLES, S.H.B.; HATSCHBACH, M. et al. Controle químico de angiquinho (*Aeschynomene denticulata*) em soja (*Glycine max*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. Anais...São Paulo, SP, Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2004.

EMBRAPA. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento:** Épocas de controle de angiquinho e prejuízos em arroz irrigado cv. BRS QUERÊNCIA. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/30503/1/boletim-93.pdf>>. Acesso em : 28 maio 2015.

IRGA. **Safras:** Série histórica de produção e produtividade-RSxBR. Disponível em : <<http://www.irga.rs.gov.br/conteudo/4215/safras>>. Acesso em: 28 maio 2015.

ULGUIM, A. da R.; AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L.; MANICA-BERTO, R.; WESTENDORFF, N.; RUBIN, R.; DANIELOWSKI, H. Resistência de *Cyperus iria* L. (CYPIR) aos inibidores de acetolactato sintase (ALS) no Rio Grande do Sul. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2011, Balneário Camboriú. Anais do XII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 2011.

VITORINO, H. S. et. al. Eficiência de herbicidas no controle de plantas daninhas latifolioladas em mamona. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, SP, v. 79, n. 1, p. 127-131, jan/mar 2012. Disponível em:

<http://www.biologicalo.sp.gov.br/docs/arq/v79_1/vitorino.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2015.

ÉPOCA DE DESSECAÇÃO DE MANEJO COM GLYPHOSATE E 2,4-D EM ARROZ IRRIGADO EM SISTEMA DE CULTÍVO MÍNIMO

Domingos S. Eberhardt¹, Antonio M. de Oliveira Neto², José A. Noldin³

Palavras-chave: auxina sintética, fitotoxicidade, *Oryza sativa*, semeadura com solo drenado.

INTRODUÇÃO

Em Santa Catarina, observou-se nos últimos anos, um incremento na área de arroz irrigado em sistema de cultivo mínimo, com semeadura em solo drenado. Neste sistema de cultivo, a dessecação de manejo passa a ter fundamental importância, pois ela é a responsável pela eliminação da cobertura vegetal, permitindo o estabelecimento inicial do arroz livre de plantas daninhas.

Na dessecação da cobertura vegetal são utilizados, basicamente, herbicidas sistêmicos de ação total, como o glyphosate. Este herbicida é aplicado antes da semeadura, não sendo recomendado a aplicação em plantas sob estresse, devido a dependência que estes produtos têm da atividade metabólica das plantas (GOMES et al, 2004).

Em determinadas situações, os agricultores optam por misturar o herbicida 2,4-D ao glyphosate no momento da dessecação de manejo, com o objetivo de melhorar o espectro de ação e, ou, obter sinergismo no controle (TAKANO et al, 2013). O herbicida 2,4-D atua como uma auxina sintética na planta e tem ação predominante sobre espécies magnoliopsidas, sendo recomendado para as culturas da cana-de-açúcar, milho, arroz, trigo, pastagens, gramados e áreas não agrícolas (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011).

Todavia, informações sobre a seletividade desta associação de herbicidas à cultura do arroz carecem de mais estudos. Desta forma, o experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar a influência do intervalo entre a dessecação com glyphosate + 2,4-D e a semeadura, sobre o estabelecimento e desenvolvimento inicial e a produtividade do arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma área sistematizada para a produção de arroz irrigado, na Epagri/Estação Experimental de Itajaí, localizada no município de Itajaí, SC (26°56'55,57" de latitude Sul, 48°45'50,10" de longitude Oeste e altitude de 5,0 m). Após a colheita do arroz na safra 2013/14, os resíduos culturais foram manejados por meio de uma operação com rolo faca, permanecendo em pousio até a data em que foi realizada a dessecação de manejo.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso, foram avaliados 13 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram da aplicação de herbicidas glyphosate (Roundup®) 2,4-D (DMA®), carfentrazone-ethyl (Aurora®) e saflufenacil (Heat®) e doses em diferentes intervalos entre a dessecação e a semeadura (Tabela 1). As unidades experimentais apresentaram dimensão de 2 m x 5 m (10 m²) e área útil de 6 m².

No dia 13/10/2014, foi realizada a semeadura do arroz em todas as parcelas com a cultivar SCS121 CL, semeada em solo drenado, com uma semeadora de parcelas. O espaçamento entrelinhas foi de 0,17 m e a densidade de semeadura foi de 90 kg ha⁻¹ (310 sementes por m²).

As aplicações dos tratamentos foram realizadas com um pulverizador costal pressurizado à CO₂, munido de barra de aplicação com quatro pontas de jato plano, modelo 110.015, pressurizado a 35,6 psi, o que proporcionou uma taxa de aplicação de 150 L ha⁻¹. Em todas as aplicações, as condições meteorológicas eram favoráveis, sendo a UR% superior a 60%,

¹ Eng. Agr., M.Sc. Epagri/Estação Experimental de Itajaí, SC, e-mail: dsavioe@gmail.com

² Eng. Agr., Dr. Pós doc, CNPq/Epagri, e-mail: am.oliveiraneto@gmail.com

³ Eng. Agr., Ph.D., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, SC, e-mail: noldin@epagri.sc.gov.br

a temperatura do ar menor que 30°C, a velocidade dos ventos inferior a 3,0 km h⁻¹ e o solo com boa umidade.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos, doses e épocas de aplicação dos herbicidas avaliados. Itajaí, SC, 2014/2015.

Tratamentos	Dose ha ⁻¹	Aplicação (Dias Antes da Semeadura)
1. Roundup ^{/1} + DMA ^{/2}	3,0 L + 1,0 L	45
2. Roundup + DMA	3,0 L + 1,0 L	30
3. Roundup + DMA	3,0 L + 1,0 L	20
4. Roundup + DMA	3,0 L + 1,0 L	10
5. Roundup + DMA	3,0 L + 1,0 L	0
6. Roundup + DMA	3,0 L + 2,0 L	45
7. Roundup + DMA	3,0 L + 2,0 L	30
8. Roundup + DMA	3,0 L + 2,0 L	20
9. Roundup + DMA	3,0 L + 2,0 L	10
10. Roundup + DMA	3,0 L + 2,0 L	0
11. Roundup	3,0 L	0
12. Roundup + Aurora ^{/3}	3,0 L + 0,2 L	0
13. Roundup + Heat ^{/4}	3,0 L + 140 g	0

^{/1} glyphosate em formulação SL 480; ^{/2} 2,4-D em formulação SL 806; ^{/3} carfentrazone-ethyl em formulação CE 400 e ^{/4} saflufenacil em formulação WG 700.

O controle das plantas daninhas que emergiram após a aplicação dos tratamentos foi realizado em pós-emergência, com a aplicação do herbicida Kifix, em duas doses de 140 g ha⁻¹, aplicadas respectivamente, aos 17 e 24 dias após a semeadura do arroz. As plantas de *Sagittaria montevidensis* e *Cyperus difformis*, resistentes ao herbicida Kifix, foram controladas com os herbicidas bentazon (Basagran - 1,6 L ha⁻¹) e carfentrazone-ethyl (Aurora - 70 mL ha⁻¹), respectivamente.

A adubação do arroz, bem como o controle de pragas e doenças foram realizados seguindo as Recomendações Técnicas da Pesquisa do Arroz Irrigado para o Sul do Brasil (Sosbai, 2014).

As variáveis avaliadas foram: fitotoxicidade aos 27 e 45 dias após a semeadura do arroz (DAS), utilizando a escala percentual (0 a 100%), em que zero representa nenhuma fitotoxicidade e 100%, morte das plantas.

No dia 17/03/2015 (155 DAS), realizou-se a colheita das panículas da área útil de cada parcela, e essas foram trilhadas, pesadas e quantificado o teor de umidade. Os valores obtidos foram extrapolados para kg ha⁻¹, a umidade dos grãos foi padronizada para 13%.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 27 dias após a semeadura do arroz (27 DAS), observou-se os maiores níveis de fitotoxicidade nos tratamentos onde a dessecação com Roundup + DMA foi realizada no mesmo dia da semeadura (Tabela 2). Além disso, a dose utilizada de DMA também influenciou os resultados, pois a maior fitotoxicidade (35%) foi observada no tratamento que recebeu 2,0 L ha⁻¹ de DMA no dia da semeadura. Nos tratamentos onde o intervalo entre a aplicação e a semeadura foi de 10, 20, 30 e 35 dias, notou-se que os sintomas de fitotoxicidade foram de baixa intensidade, não chegando a 10%. Os sintomas observados foram a redução no estande, no desenvolvimento das plantas e alterações morfológicas nas folhas do arroz. A dessecação com Roundup e Roundup + Aurora não causaram fitotoxicidade nas plantas de arroz.

Tabela 2. Fitotoxicidade aos 27 e 45 DAS e produtividade de grãos (kg ha⁻¹). Itajaí, SC, 2014/2015.

Tratamentos	Dose L/g ha ⁻¹	Aplicação (DAS)	Fitotoxicidade		Produtividade (kg ha ⁻¹)	
			27 DAS	45 DAS		
1. Roundup + DMA	3,0 + 1,0	45	2,5 bc	2,5 b	7247	a
2. Roundup + DMA	3,0 + 1,0	30	2,5 bc	0,0 b	7414	a
3. Roundup + DMA	3,0 + 1,0	20	1,3 c	0,0 b	7153	a
4. Roundup + DMA	3,0 + 1,0	10	5,0 bc	5,0 b	7669	a
5. Roundup + DMA	3,0 + 1,0	0	17,5 b	15,0 ab	7224	a
6. Roundup + DMA	3,0 + 2,0	45	7,5 bc	7,5 b	7355	a
7. Roundup + DMA	3,0 + 2,0	30	2,5 bc	2,5 b	6688	a
8. Roundup + DMA	3,0 + 2,0	20	1,3 c	0,0 b	6473	a
9. Roundup + DMA	3,0 + 2,0	10	5,0 bc	5,0 b	7373	a
10. Roundup + DMA	3,0 + 2,0	0	35,0 a	30,0 a	7021	a
11. Roundup	3,0	0	0,0 c	0,0 b	7449	a
12. Roundup + Aurora	3,0 + 0,2	0	0,0 c	0,0 b	6994	a
13. Roundup + Heat	3,0 + 140	0	5,0 bc	5,0 b	7946	a
DMS Tukey			16,2	15,2	1800	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (p>0,05).

Na segunda avaliação, realizada aos 45 DAS, notou-se que os níveis de fitotoxicidade começaram a reduzir de intensidade (Tabela 2). Sendo que os sintomas mais intensos se mantiveram nos tratamentos com Roundup + DMA, aplicado no dia da semeadura, com valores de 30 e 15% para as doses de DMA de 2,0 e 1,0 L ha⁻¹, respectivamente. Os demais tratamentos apresentaram baixo (<10%) ou nenhum sintoma visual de fitotoxicidade.

Mesmo nos tratamentos com níveis mais elevados de fitotoxicidade, não foram observadas diferenças significativas na produtividade de grãos do arroz irrigado (Tabela 2). Esses resultados são importantes e demonstraram que a dessecação de manejo pré-semeadura, com Roundup + DMA, foi uma alternativa seletiva ao arroz irrigado, podendo ser utilizada por orizicultores que utilizam o sistema de cultivo mínimo com semeadura em solo drenado, sem problemas à cultura.

Esses resultados corroboram ainda com o que foi relatado por Velini et al. (2000), que em se tratando de seletividade de herbicidas, é fundamental a determinação da produtividade, já

que mesmo com sintomas severos de fitotoxicidade, pode não haver comprometimento na produtividade das culturas. Outro fato que pode ter contribuído para a seletividade dos tratamentos foi o ciclo tardio da cultivar SCS121 CL, pois sabe-se que cultivares de ciclo longo tem uma melhor capacidade de recuperação de sintomas de fitotoxicidade, quando comparadas com cultivares de ciclo médio a precoce.

Os resultados obtidos neste experimento corroboram com os descritos por Procópio et al. (2009), para a cultura da soja, onde a aplicação de até 0,67 kg⁻¹ ha do herbicida 2,4-D, em associação ao glyphosate, não promoveu fitotoxicidade, não reduziu a altura de plantas, a massa seca da parte aérea e a produtividade de grãos da cultura da soja, quando aplicado imediatamente antes da semeadura da cultura ou até 15 dias antes dessa operação.

Contudo, sabe-se que a seletividade de herbicidas é relativa, pois, depende de vários fatores relacionados a planta, ao herbicida e ao ambiente. Assim, para se chegar a recomendações mais seguras, será necessário a condução de experimentos em diferentes condições.

CONCLUSÕES

Nas condições avaliadas, a aplicação de glyphosate (Roundup) + 2,4-D (DMA) na dessecação de manejo não afetou a produtividade de grãos do arroz irrigado, em sistema de cultivo mínimo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fapesc (Processo 6946/2011-9) e CNPq (Processo 562451/2010-2) pelo apoio financeiro para o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOMES, A.S. et al. Plantio direto e cultivo mínimo em arroz irrigado. In: GOMES, A.S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A.M. **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2004. p. 349-386.

PROCÓPIO, S.O. et al. Utilização do herbicida 2,4-D na dessecação de manejo em lavoura de soja no sistema de plantio direto. **Magistra**, Cruz das Almas, BA, v.21, n.3, p.187-193, 2009.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 6. ed., Londrina: Edição dos autores, 2011. 697p.

SOSBAI. **Arroz Irrigado**: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Santa Maria, RS: SOSBAI, 2014. 189p.

TAKANO, H.K. et al. Efeito da adição do 2,4-D ao glyphosate para o controle de espécies de plantas daninhas de difícil controle. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Umuarama, PR, v.12, n.1, p.1-13, 2013.

VELINI, E.D. et al. Avaliação da seletividade da mistura de oxyfluorfen e ametryne, aplicada em pré e pós-emergência, a dez variedades de cana-de-açúcar (cana-planta). **Planta Daninha**, Vicoso, MG, v.18, n.2, p.123-134, 2000.

ESTRESSE OXIDATIVO EM PLANTAS DE ARROZ, ARROZ-VERMELHO E CAPIM-ARROZ SUBMETIDAS A DÉFICIT HÍDRICO

Claudia de Oliveira¹; Renan Ricardo Zandoná²; Bruno Monks da Silva³; Jessica Rodrigues Garcia⁴; Dirceu Agostinetto⁵

Palavras-chave: *Oryza* spp, *Echinochloa* spp. atividade enzimática.

INTRODUÇÃO

A área cultivada com arroz no Brasil na safra 2013/14 foi de aproximadamente 2,4 milhões de hectares, o Estado do Rio Grande do Sul é responsável por cerca de 70% da produção do grão (CONAB, 2015), sendo sua produtividade superior à média nacional. Apesar da alta produtividade alcançada nas últimas safras, estresses abióticos e bióticos afetam a cultura reduzindo sua produtividade. Dentre os estresses destacam-se o déficit hídrico e a presença de plantas daninhas.

O estresse hídrico é o maior responsável por perdas na produção mundial de grãos, principalmente em regiões tropicais (PASSIOURA, 2007). Metade das áreas com lavouras de arroz no mundo estão sujeitas a ter sérios danos ocasionados pelo estresse hídrico (YANG & ZHANG, 2006). Além dos estresses ambientais como o déficit hídrico, a cultura do arroz irrigado é afetada negativamente pela presença de plantas daninhas, destacando-se o arroz-vermelho (*Oryza* spp.) e capim-arroz (*Echinochloa* spp.), as quais por pertencerem à mesma família botânica competem pelo nicho com a cultura e dificultam a adoção de medidas de controle, porém, diferem, entre outros aspectos, quanto sua via fotossintética.

Os diferentes tipos de estresses as quais as plantas são submetidas levam ao aumento da concentração de espécies reativas de oxigênio (EROs). Para combater os estresses provocados pelas EROs, as plantas têm mecanismos de proteção antioxidante enzimático e não enzimático (MITTLER, 2002). As respostas das plantas frente aos estresses oxidativo podem auxiliar na elaboração de estratégias de manejo de plantas daninhas em lavouras de arroz. Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar o estresse oxidativo em plantas de arroz, arroz-vermelho e capim-arroz quando submetidas a déficit hídrico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação e as análises em laboratórios do CEHERB/FAEM/UFPeL, no ano de 2013. O delineamento experimental foi completamente casualizado com quatro repetições, sendo os tratamentos arranjados em esquema fatorial, onde o fator A constituiu-se das três espécies (arroz, arroz-vermelho e capim-arroz); e o fator B foi composto por dois níveis de déficit hídrico (com déficit e sem déficit).

As unidades experimentais foram compostas por vasos plásticos com capacidade volumétrica de 4L, contendo solução nutritiva desenvolvida pelo IRRi (Yoshida et al., 1976). As sementes de cada espécie foram semeadas em bandejas próprias para a produção de mudas, e aos sete dias após a emergência as plantas foram transferidas para os vasos contendo solução nutritiva adotando-se população de 16 plantas por vaso. A solução

¹ Engº Agrº, Doutoranda em Fitossanidade, FAEM/UFPeL.oliveirac.agro@gmail.com.

² Engº Agrº, Mestrando em Fitossanidade, FAEM/UFPeL.

³ Engº Agrº, Mestrando em tecnologia de sementes. FAEM/UFPeL.

⁴ Graduanda de agronomia. FAEM/UFPeL.

⁵ Engº Agrº, Dr. Professor do Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, FAEM/UFPeL.

nutritiva foi substituída a cada cinco dias, para garantir o balanço adequado de nutrientes às plantas.

Aos 20 dias após o transplante adicionou-se a solução nutritiva, das unidades submetidas ao estresse, 10% (p/v) de polietilenoglicol 6000. A coleta do material para as análises foi realizada três dias após o início do estresse. Foram coletadas a parte aérea das plantas e armazenadas a -80°C até a determinação das variáveis metabólicas.

As variáveis analisadas foram teor de clorofilas a (Ca), clorofila b (Cb), clorofilas totais (a+b), carotenoides (CRT), peroxidação lipídica (TBARS), teor de H₂O₂ e atividade das enzimas catalase (CAT), ascorbato peroxidase (APX) e superóxido desmutase (SOD). Os teores de clorofilas e de carotenoides totais foram calculados pelas fórmulas de Lichtenthaler (1987), expressando-se os resultados em mg g⁻¹ de massa fresca (MF). Os danos celulares nos tecidos foram determinados pelo teor de peróxido de hidrogênio (H₂O₂), conforme descrito por Sergier et al. (1997); e os das espécies reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), via acúmulo de aldeído malônico (MDA), conforme descrito por Heath & Packer (1968). Para determinar a atividade das enzimas antioxidantes SOD, APX e CAT, primeiramente quantificou-se a proteína das amostras pelo método de Bradford (1976). A atividade da CAT e APX foi determinada segundo Azevedo et al. (1998); e, SOD foi determinada segundo metodologia adaptada de Giannopolitis & Ries (1977).

Os dados foram testados quanto à homocedasticidade e normalidade, sendo que, para as variáveis atividade das enzimas CAT, APX e SOD os dados foram transformação pela equação da raiz quadrada $x = \sqrt{y+1}$. Em seguida os dados foram submetidos à análise da variância pelo teste F ($p \leq 0,05$). Havendo significância, os efeitos de plantas foram avaliados pelo teste Duncan ($p \leq 0,05$) e dos níveis de déficit hídrico pelo teste t ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se interação entre os fatores plantas e déficit hídrico para as variáveis, teor de Ca, Cb, a+b e CRT e atividade das enzimas CAT, SOD (tabela 1). Para as variáveis, atividade da enzima APX e teor de H₂O₂ verificou-se efeito do fator espécie (tabela 2). Para a variável TBARS não foi observado efeito dos fatores testados.

Para o teor de pigmentos em arroz e arroz-vermelho se observou redução quando as plantas foram submetidas a déficit hídrico, com exceção do teor CRT em arroz (tabela 1). Nas plantas de capim-arroz não se verificou diferença do teor dos pigmentos em função do déficit hídrico.

Na condição sem déficit hídrico as plantas de arroz e arroz-vermelho apresentaram maior teor de Ca que o capim-arroz (tabela 1). Já, quando as plantas foram submetidas à restrição de água o arroz apresentou mais Ca que o arroz-vermelho e o capim-arroz. Para Cb em plantas sem déficit o arroz-vermelho continha mais o pigmento que as demais plantas testadas, porém quando as plantas foram submetidas ao déficit as plantas de arroz diferiram das demais apresentando maior conteúdo de Cb. As plantas de arroz e arroz-vermelho apresentaram mais clorofilas totais (a+b) quando estas estavam hidratadas que o capim-arroz, sendo que na condição com déficit observou-se maior teor dos pigmentos nas plantas de arroz. Para CRT verificou-se o arroz-vermelho sem déficit continham mais deste pigmento que o arroz e capim-arroz, já nas plantas estressadas, o arroz apresentou mais carotenoides, sendo seguidas pelo arroz-vermelho e o capim-arroz apresentou a menor concentração CRT. No geral verificou-se que em plantas em condições ideais de hidratação, o capim arroz apresenta menor teor de pigmentos fotossintetizantes, contudo o estresse hídrico não ocasiona a redução dos pigmentos nas plantas dessa espécie, diferentemente do que acontece em plantas de arroz e arroz-vermelho.

Em arroz e arroz-vermelho não se observou diferença na atividade das enzimas CAT e SOD quando as plantas estavam com ou sem déficit, já em capim-arroz observou-se aumento da atividade das enzimas quando as plantas foram submetidas a déficit hídrico (tabela 1). Para a atividade da CAT quando as plantas estavam sem déficit hídrico não se verificou diferença entre as plantas testadas, já quando estas estavam na situação de

estresse o arroz e arroz-vermelho apresentaram menor atividade que o capim-arroz. A atividade da enzima SOD foi maior em plantas de arroz sem déficit que nas demais plantas, enquanto em plantas com déficit hídrico o capim-arroz novamente apresentaram maior atividade que o arroz e arroz-vermelho. As CAT's são enzimas que convertem o H_2O_2 em H_2O e O_2 , enquanto, as SOD's são enzimas que catalisam a conversão de radicais livres $O_2^{\cdot-}$ a H_2O_2 e O_2 (RESENDE et al. 2003).

Verificou-se que o arroz e arroz-vermelho apresentaram maior atividade da enzima APX quando comparado ao capim-arroz (tabela 2). Em plantas de arroz foi observado maior teor de H_2O_2 , seguidas pelo arroz-vermelho, sendo que plantas de capim-arroz apresentaram o menor teor.

Tabela 1 - Teores de clorofila *a* (Ca), *b* (Cb), total (*a+b*), carotenoides totais (CRT) ($mg\ g^{-1}$), atividade das enzimas catalase (CAT) ($UA\ mg^{-1}\ prot.\ min^{-1}$) e superóxido desmutase (SOD) ($UA\ mg^{-1}\ prot.\ min^{-1}$), extraídas de folhas arroz, arroz-vermelho e capim-arroz submetidos ou não a déficit hídrico. FAEM/UFPeL, Capão do Leão/RS, 2013.

Plantas	Arroz		Arroz-vermelho		Capim-arroz	
	Ca (mg.g ⁻¹)					
Sem déficit	2,45	^{a2} a ³	2,83	[*] a	1,61	^{ns} b
Com déficit	1,88	a	1,57	b	1,53	b
	Cb (mg.g ⁻¹)					
Sem déficit	0,81	[*] b	1,05	[*] a	0,62	^{ns} b
Com déficit	0,66	a	0,56	b	0,54	b
	(a+b) (mg.g ⁻¹)					
Sem déficit	3,05	[*] a	3,89	[*] a	2,23	^{ns} b
Com déficit	2,55	a	2,14	b	2,07	b
	CRT (mg.g ⁻¹)					
Sem déficit	0,62	^{ns} b	0,73	[*] a	0,38	^{ns} b
Com déficit	0,65	a	0,47	b	0,35	c
	CAT (UA mg ⁻¹ prot. min ⁻¹)					
Sem déficit	1,07	^{ns} a	1,07	^{ns} a	1,09	[*] a
Com déficit	1,08	b	1,07	b	1,14	a
	SOD (UA mg ⁻¹ prot. min ⁻¹)					
Sem déficit	1,56	^{ns} a	1,18	^{ns} b	1,01	[*] b
Com déficit	1,14	b	1,08	b	1,59	a

¹UA= unidade ativa. ²Médias na coluna seguidas por ^{ns} e * indicam diferença não significativa e significativa, respectivamente pelo teste t ($p \leq 0,05$). ³Médias seguidas por mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste Duncan ($p \leq 0,05$).

Tabela 2 - Atividade das enzimas ascorbato peroxidase (APX) ($UA\ mg^{-1}\ prot.\ min^{-1}$), e teor de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) (mM/g) em folhas de arroz, arroz-vermelho e capim-arroz submetidos ou não a déficit hídrico. FAEM/UFPeL, Capão do Leão/RS, 2013.

Plantas	APX $UA\ mg^{-1}\ prot.\ min^{-1}$		H_2O_2 mM/g	
Arroz	1,26	a ²	4,89	a
Arroz-vermelho	1,24	a	3,76	b
Capim-arroz	1,10	b	0,93	c
CV(%)	17,96		20,90	

¹UA= unidade ativa. ²Médias seguidas por mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Duncan ($p \leq 0,05$).

As plantas de arroz, arroz-vermelho e capim-arroz apresentam respostas diferenciadas ao estresse oxidativo ocasionado pelo déficit hídrico, sendo observado que as plantas de capim-arroz ativaram o sistema antioxidante, aumentando a atividade das enzimas CAT e SOD, o que contribuiu para manutenção do teor de pigmentos fotossintéticos

em plantas de capim-arroz. Por outro lado, para o arroz e arroz-vermelho, em geral, verificou-se redução dos pigmentos nas plantas submetidas a restrição de água. As clorofilas e os carotenoides são pigmentos ligados à eficiência fotossintética e, em consequência, ao crescimento e adaptação das plantas a diversos ambientes (FORCE et al. 2003). Assim, o declínio do teor desses compostos pode comprometer a atividade fotossintética, prejudicando o desenvolvimento das plantas.

O capim-arroz, provavelmente por ser uma planta C₄, mostrou-se mais adaptado ao déficit hídrico que o arroz e arroz-vermelho. O mecanismo de concentração de CO₂, em plantas C₄, decorre da necessidade de reduzir as perdas com a fotorrespiração que acontecem em ambientes com alta temperatura e pouca água (TAIZ & ZEIGER 2013). Já, entre as plantas de arroz e arroz-vermelho, em geral, não se observou resposta diferencial ao estresse oxidativo, sendo que este resultado similar pode ser atribuído a sua similaridade, já que pertencem a mesma espécie.

CONCLUSÃO

As plantas de arroz e arroz-vermelho, quando submetidas ao déficit hídrico em geral, diminuem o teor de pigmentos fotossintéticos e não ativam o sistema antioxidante.

As plantas de capim-arroz quando submetidas ao déficit hídrico apresentam maior resposta antioxidante, tendo menor dano oxidativo que plantas de arroz e arroz-vermelho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, R.A. et al. Response of antioxidant enzymes to transfer from elevated carbon dioxide to air and ozone fumigation, in the leaves and roots of wild-type and a catalase-deficient mutant of barley. **Physiologia Plantarum**, v.104, p. 280-292, 1998.
- BRADFORD, M.A. Rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of dye binding. **Analytical Biochemistry**, v.72, p.248-254, 1976.
- CONAB. **Levantamentos de safra**: Levantamento grãos safra 2013/14. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 29 mai. 2015.
- GIANNOPOLITIS, C.N.; RIES, S.K. Superoxide dismutase. **Plant Physiology**, v.59, n.2, p.309-314, 1977.
- HEALTH, R.L.; PACKER, L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.125, p.189-198, 1968.
- LICHTENTHALER, H. K. Chlorophyll and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: COLOWICK, S. P.; KAPLAN, N. O. **Methods in enzymology**. San Diego: Academic Press, 1987. p.350-382.
- MITTLER, R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. **Trends in Plant Science**, v.7, p.405-410, 2002.
- PASSIOURA, J. The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives. **Journal of Experimental Botany**, v.58, p.113-117, 2007.
- RESENDE, M.L.V.; SALGADO, S.M.L.; CHAVES, Z.M. Espécies ativas de oxigênio na resposta de defesa de plantas a patógenos. **Fitopatologia Brasileira**, v.28, n.2, p.123-130, 2003.
- SERGIER, I.; ALEXIEVA, V.; KARANOV, E. Effect of spermine, atrazine and combination between them on some endogenous protective systems and stress markers in plant. **Comptes Rendus de l'Académie Bulgare des Sciences**, v.51, p.121-124, 1997.
- YANG, J.; ZHANG, J. Grain filling of cereals under soil drying. **New Phytologist**, v.169, p.223-236, 2006.
- YOSHIDA, S. et. al. Laboratory manual for physiological studies of rice. **The International Rice Research Institute**. Los Bafos, Philippines, 1976. p.54-72.

EVALUATION OF HERBICIDES FOR NEALLEY'S SPRANGLETOP (*LEPTOCHLOA NEALLEYI*) CONTROL

Eric A. Bergeron¹, Eric P. Webster¹, Benjamin M. McKnight¹, Samer Y. Rustom, Jr.¹

Keywords: *Oryza sativa* L., herbicide programs.

INTRODUCTION

Nealley's sprangletop (*Leptochloa nealleyi* Vasey) is a summer annual clump grass found predominately in marshes, mostly near the coast of Louisiana and Texas. It has an upright growth habit with a height of 1- to 1.5-m. Nealley's sprangletop has a 25- to 50-cm panicle and racemes 2- to 4-cm long. The seed is 1.5 mm long and has an estimated viability of 10 to 20% (Webster 2014). The ligule is membranous and the leaf sheath near the base of the plant has sparse pubescence. Nealley's sprangletop is fast growing following a short lag time after emergence, with an estimated growth of > 2.5 cm/day.

Nealley's sprangletop is commonly found along ditches and roadsides; however, Smith (1983) references Nealley's sprangletop infestations in southern rice production. Over the past 10 years this weed has expanded its habitat by becoming a troublesome weed in rice production in Louisiana and Texas (Saichuk, 2014). Nealley's sprangletop has also been reported in fields near the Louisiana and Arkansas border. This weed is considered to be a clump grass very similar to vaseygrass, and is often confused with this grass. Although this weed is classified as an annual it often survives the mild winters in south Louisiana and Texas. Nealley's sprangletop has a perennial growth habit under these environments, and this characteristic makes it more difficult to control. Amazon sprangletop [*Leptochloa panicoides* (J. Peres) A.S. Hitchc] and bearded sprangletop [*Leptochloa fusca* (L.) Kuinht] became more problematic in rice with the development of quinclorac (Jordan 1997). It is believed that the widespread adoption of the Clearfield® rice technology in the mid-south further caused the proliferation of Amazon and bearded sprangletop, but it may also be the reason for the expansion of Nealley's sprangletop as a weed in rice.

MATERIALS AND METHODS

A study was established in a LSU AgCenter glasshouse on the LSU Baton Rouge Campus. The study was a completely randomized design with nine replications. This study was repeated. Nealley's sprangletop seed was broadcast planted in plastic planting flats with 50 - 2.5-cm by 2.5-cm cells filled with potting mix. At the one- to two-leaf stage, Nealley's sprangletop was transplanted into 6- by 10-cm cone containers, commonly referred to as cone-tainers, and placed into racks. The racks were placed in plastic containers filled with 67 L of water for subsurface irrigation. The water was held for the duration of the study to simulate flooded rice field conditions. Urea fertilizer, 46-0-0, was added to the water at 280 kg/ha.

Nealley's sprangletop was treated in the one- to two-tiller growth stage at 20- to 30-cm height. Herbicides applied were: propanil at 2240 g a.i. ha⁻¹, propanil at 4480 g a.i. ha⁻¹, propanil plus thiobencarb at 3360 g a.i. ha⁻¹, propanil plus thiobencarb at 6720 g a.i. ha⁻¹, quinclorac at 420 g a.i. ha⁻¹, thiobencarb at 4480 g a.i. ha⁻¹, bispyribac at 28 g a.i. ha⁻¹, imazethapyr at 105 g a.i. ha⁻¹, imazamox at 44 g a.i. ha⁻¹, penoxsulam at 40 g a.i. ha⁻¹, clethodim at 150 g a.i. ha⁻¹, cyhalofop at 314 g a.i. ha⁻¹, fenoxaprop at 122 g a.i. ha⁻¹, quizalofop at 185 g a.i. ha⁻¹, glufosinate at 820 g a.i. ha⁻¹, glyphosate at 1120 g a.i. ha⁻¹.

¹ Louisiana State University Agricultural Center, 104 Sturgis Hall, Baton Rouge, LA 70808. ebergeron@agcenter.lsu.edu.

Herbicides were applied with a CO₂-backpack sprayer calibrated to deliver 140 L/ha. Prior to application the plants were removed from the glasshouse and placed outside for 2 hours prior to and after herbicide application to allow the plants to acclimate to the outside environment and allow the spray to thoroughly dry after application.

Nealley's sprangletop control, total leaf number, total tiller number, and overall height were evaluated at 0, 5, 10, and 14 days after treatment (DAT).

RESULTS AND DISCUSSION

At 5 DAT, control of Nealley's sprangletop did not exceed 70% (Table 1); however, by 10 DAT, Nealley's sprangletop treated with clethodim, quizalofop, and fenoxaprop was controlled 82 to 97%. Propanil containing herbicides controlled Nealley's sprangletop 31 to 56% at 5 DAT, and this control did not vary at 10 and 14 DAT. Imazethapyr and imazamox have little activity on this weed, and this may demonstrate why this weed has become a problem in rice production. Quinclorac and penoxsulam have no activity on Nealley's sprangletop, and these herbicides used in Nealley's sprangletop research trials to control other broadleaf and grass weeds. Nealley's sprangletop, when treated with fenoxaprop, control was 98% at 14 DAT. Fenoxaprop is the only herbicide labeled in rice that was evaluated in this trial that controlled Nealley's sprangletop over 90%.

Total number of leaves (Table 2), total number of tillers (Table 3), and overall plant height (Table 4) reflect control data observed in this trial (Table 1). Nealley's sprangletop treated with quinclorac, imazethapyr, and imazamox produced more tillers compared with the nontreated.

Imazethapyr and imazamox treated Nealley's sprangletop resembles conventional rice that has received a drift of these herbicides. The plants are stunted (Table 4) with excessive tiller production (Table 3).

Nealley's sprangletop often survives the winter in south Louisiana and Texas, and often needs a burndown application in the spring prior to planting. The use of glyphosate and glufosinate may not totally control this weed (Table 1), but these herbicides can be used in an overall weed control program to help manage this growing problem. Clethodim and quizalofop are also herbicides that may be used as a burndown application product in the spring, and this would be similar to what is being done to manage glyphosate resistant ryegrass in the mid-south.

Quizalofop is also a promising product in the future. With the development of Provisia® rice, a non-GMO rice resistant to quizalofop, this may become an option for producers in the future.

Table 1. Control of Nealley's sprangletop, averaged over two glasshouse runs.

Herbicide	Rate	5 DAT	10 DAT	14 DAT
	g ha ⁻¹	%		
Nontreated		0	0	0
Propanil	2240	41	45	38
Propanil	4480	56	65	60
Propanil + thiobencarb	3360	31	32	26
Propanil + thiobencarb	6720	52	60	50
Quinclorac	420	0	0	0
Thiobencarb	4480	31	23	16
Bispyribac	28	11	15	9
Imazethapyr	105	11	24	22
Imazamox	44	9	26	29
Penoxulam	40	0	0	0
Clethodim	140	26	82	91
Cyhalofop	314	10	27	32
Fenoxaprop	122	33	96	98
Quizalofop	185	29	97	98
Glufosinate	820	69	85	87
glyphosate	1120	24	57	88
LSD		6		

Table 2. Total leaf number of Nealley's sprangletop, averaged over two glasshouse runs

Herbicide	Rate	0 DAT	5 DAT	10 DAT	14 DAT
	g ha ⁻¹	#			
Nontreated		12	18	28	3
Propanil	2240	15	16	7	9
Propanil	4480	16	16	5	6
Propanil + thiobencarb	3360	13	14	10	17
Propanil + thiobencarb	6720	13	13	5	7
Quinclorac	420	18	26	40	4
Thiobencarb	4480	17	22	30	3
Bispyribac	28	9	14	23	3
Imazethapyr	105	14	16	31	3
Imazamox	44	14	17	30	3
Penoxulam	40	15	21	34	3
Clethodim	140	16	16	3	1
Cyhalofop	314	17	17	12	1
Fenoxaprop	122	16	16	0	0
Quizalofop	185	15	15	0	0
Glufosinate	820	12	12	2	1
Glyphosate	1120	16	17	7	1
LSD		4			

Table 3. Total tiller number of Nealley's sprangletop, averaged over two glasshouse runs.

Herbicide	Rate	0 DAT	5 DAT	10 DAT	14 DAT
	g ha ⁻¹	#			
Nontreated		3	4	9	10
Propanil	2240	3	3	2	3
Propanil	4480	3	3	2	2
Propanil + thiobencarb	3360	2	3	5	6
Propanil + thiobencarb	6720	2	2	2	2
Quinclorac	420	4	6	14	15
Thiobencarb	4480	3	5	12	12
Bispyribac	28	2	3	8	8
Imazethapyr	105	3	3	13	14
Imazamox	44	3	4	13	15
Penoxulam	40	3	4	11	11
Clethodim	140	3	4	1	1
Cyhalofop	314	4	5	4	4
Fenoxaprop	122	3	4	0	0
Quizalofop	185	3	4	0	0
Glufosinate	820	3	3	1	1
Glyphosate	1120	3	4	3	1
LSD		4			

Table 4. Total plant height of Nealley's sprangletop, averaged over two glasshouse runs.

Herbicide	Rate	0 DAT	5 DAT	10 DAT	14 DAT
	g ha ⁻¹	cm			
Nontreated		34	39	47	52
Propanil	2240	36	36	30	34
Propanil	4480	36	37	28	31
Propanil + thiobencarb	3360	31	32	32	36
Propanil + thiobencarb	6720	32	32	26	29
Quinclorac	420	37	43	51	55
Thiobencarb	4480	34	42	48	53
Bispyribac	28	30	34	38	41
Imazethapyr	105	32	35	33	38
Imazamox	44	33	36	36	37
Penoxulam	40	33	40	48	53
Clethodim	140	33	36	18	8
Cyhalofop	314	34	36	36	35
Fenoxaprop	122	34	36	4	0
Quizalofop	185	33	35	4	0
Glufosinate	820	35	35	16	15
Glyphosate	1120	36	38	25	13
LSD		4			

CONCLUSION

In conclusion, this research indicates that imazethapyr and imazamox, at best, suppresses Nealley's sprangletop. These products are labeled for use in Clearfield rice, resistant to the imidazolinone herbicides, and over 50% of the rice acreage in the mid-south is planted in Clearfield lines or hybrids. This may further explain the reason behind this weed expansion in the rice producing areas of the mid-south.

Nealley's sprangletop is a high seed producer with high seed viability at maturity. It is important to correctly identify this weed in order to select the appropriate weed management program (Webster 2014). Fenoxaprop is the best option for controlling Nealley's sprangletop in season. Rice producers should employ an overall weed management strategy; including, tillage, burndown applications, residuals, and in crop herbicide application, when trying to manage this weed. Care should also be taken to clean equipment before leaving an infested field.

ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to thank Dr. Steve Linscombe and the staff of the Louisiana State University Agricultural Center Rice Research Station. Louisiana Rice Research Board provided partial funding for this project.

REFERENCES

Jordan, D.L. 1997. Efficacy of reduced rates of quinclorac applied with propanil or propanil plus molinate in dry seeded rice. *Weed Technol.* 45:824-828.

Saichuk, J. 2014. Rice Agronomist LSU AgCenter, Personal communication.

Smith, Jr., R.J. 1983. Competition of bearded sprangletop (*Leptochloa fascicularis*) with rice (*Oryza sativa*). *Weed Sci.* 31:120-123.

Webster, E.P. 2014. Weed management. Pages 54-81. *In* J. Saichuk, ed. Lou. Rice Prod. Handbook. Baton Rouge, LA: Louisiana State University AgCenter Pub. 2321-5/1

FITOTOXICIDADE DE SULFENTRAZONE NA CULTURA DA SOJA EM SOLOS DE TERRAS BAIXAS

Vinícios Rafael Gehrke¹; Edinalvo Rabaioli Camargo²; Klaus matheus Egewarth³, Egeu Guerreiro Dutra³, Jallison Nunes³, Joelmir Ibero de Oliveira³

Palavras-chave: rotação de culturas, pré-emergente, seletividade, arroz-vermelho.

INTRODUÇÃO

Dentre os fatores que limitam o potencial produtivo da cultura do arroz irrigado se destaca a competição com plantas daninhas. Entre as espécies concorrentes destaca-se o arroz-vermelho, pois pertence à mesma espécie e apresenta similaridades morfofisiológicas com a cultura. Nesse contexto, a tecnologia Clearfield® que é caracterizada pela utilização de cultivares tolerantes associadas ao uso de herbicidas do grupo químico das imidazolinonas é uma ferramenta eficaz no controle de arroz-vermelho e das principais plantas daninhas da lavoura orizícola. Por outro lado, o uso consecutivo e indiscriminado da tecnologia selecionou populações resistentes de arroz-vermelho a estes herbicidas (MENEZES et al., 2009).

Diante desta problemática, uma alternativa potencial para áreas infestadas com arroz-vermelho é o cultivo da soja em rotação ao arroz, visando a transição de herbicidas com diferentes mecanismos de ação, ciclagem de nutrientes e redução do banco de sementes. Nesse sentido, o uso de herbicidas pré-emergentes em sistemas de rotação é uma estratégia no manejo de áreas infestadas com arroz-vermelho. Dentre os herbicidas disponíveis, o sulfentrazone apresenta elevado controle de plantas daninhas quando usado na cultura da soja. No entanto, as características peculiares dos distintos solos utilizados nas áreas terras baixas podem alterar o comportamento do herbicida, aumentando a disponibilidade e efeito fitotóxico à cultura da soja cultivada em sistema de rotação/sucessão com o arroz irrigado.

Neste sentido, o presente trabalho objetivou verificar a resposta da soja ao herbicida sulfentrazone em diferentes solos de terras baixas, visando o ajuste de dosagem e diminuição dos riscos de danos à cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação pertencente a Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas, no ano agrícola de 2014/2015. O ensaio foi conduzido em blocos ao acaso, arranjado em esquema fatorial (4x8) com 4 repetições. O fator A foi constituído por quatro solos: um solo de coxilha (Argissolo Vermelho) e três solos de terras baixas (um Planossolo eutrófico, e dois Planossolo Háplico (EMBRAPA, 2006), com variabilidade físico-química (Tabela 1). Estes solos foram coletados respectivamente em Eldorado do Sul/RS, Dom Pedrito/RS, Capivari do Sul/RS e Pelotas/RS.

Os tratamentos do Fator B constituíram-se de oito doses de sulfentrazone, nome comercial Boral® (0; 0,15; 0,3; 0,6; 1,2; 2,4; 4,8 e 9,6 kg de i.a ha⁻¹), aplicados em pré-emergência da cultura da soja. Os tratamentos foram aplicados com auxílio de pulverizador costal pressurizado por CO₂, equipado com barra com 4 bicos de jato plano em leque, série 110.02, espaçadas em 50 cm, calibrado para aplicar volume de calda de 150L ha⁻¹.

O solo coletado em cada local foi peneirado, homogeneizado e alocado em vasos com capacidade de 3kg, compondo a unidade experimental, onde estabeleceu-se população de 3 plantas m⁻² da cultivar BMX Potência RR. Foram avaliadas a fitotoxicidade do herbicida nas

¹ Engenheiro Agrônomo, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, viniciorafael@hotmail.com.

² Professor Ph. D., Universidade Federal de Pelotas - UFPel.

³ Acadêmico do Curso de Agronomia, UFPel

plantas de soja aos 7, 21 e 35 DAE (dias após a emergência). A avaliação de fitotoxicidade foi baseada em escala percentual, em que zero representou ausência de dano e 100% morte das plantas (SBCPD, 1995). Aos 35 DAE as plantas foram cortadas rente ao solo e transferidas para estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 60±5°C até atingir massa constante, quando foram determinadas a massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), em balança analítica.

Tabela 1. Características físico-químicas dos solos utilizados no ensaio. Capão do Leão/RS. UFPel, 2015.

Solo/local	pH (H ₂ O)	CTC (Cmol _c dm ⁻³)	M.O (g Kg ⁻¹)	Areia (g Kg ⁻¹)	Silte (g Kg ⁻¹)	Argila (g Kg ⁻¹)
Argissolo Vermelho/ Eldorado do Sul	4,7	3,9	18	408	414	178
Planossolo Háplico/Pelotas	4,8	3,0	25	557	165	278
Planossolo Háplico/Capivari do Sul	6,3	5,8	12	494	429	77
Planossolo eutrófico/Dom Pedrito	4,8	12,0	25	130	516	354

Os dados foram submetidos à análise de variância e depois ajustados ao modelo de regressão não-linear do tipo logístico de três parâmetros. As curvas dose-resposta foram realizadas com o ambiente estatístico R 3.2.0 (R Development Core Team, 2015) e o pacote “drc” (RITZ; STREIBIG, 2005). O modelo log-logístico utilizado foi: $y = d / (1 + (x/e)^b)$, onde y é a porcentagem de dano ou peso de massa seca, e representa a ED₅₀, d o coeficiente correspondente ao limite da curva, b é a inclinação da curva em função de e , e x a dose do herbicida. Para as variáveis fitotoxicidade o limite superior foi determinado por 0, e na massa seca da parte aérea o limite inferior fixado em 0, ambos modelos de 3 parâmetros (KNEZEVIC et al., 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As curvas dose-resposta de fitotoxicidade e massa seca da parte aérea das plantas de soja em função das doses de sulfentrazone em diferentes solos estão apresentadas na Figura 1. As equações ajustadas, parâmetros para as curvas, e dose nos diferentes solos apresentadas na Tabela 2.

As doses estimadas de sulfentrazone para causar 10 e 50% de fitotoxicidade foram diferentes entre os solos. O mesmo comportamento pode ser observado no acúmulo de massa seca. Isto é resultado das diferentes características físico-químicas de cada solo, que interfere na ação do herbicida.

No Planossolo eutrófico a dose herbicida necessária para causar 50% de dano (Figura 1) é superior aos demais solos avaliados, isso deve-se pelo maior teor de matéria orgânica (MO) (25 g Kg⁻¹) e argila (354 g Kg⁻¹) deste solo que potencialmente resulta em maior sorção dos herbicidas no solo. Por outro lado, a dose para causar dano no Planossolo Háplico (Capivari do sul) é inferior aos demais, pois este solo apresenta pouca MO (12 g Kg⁻¹) e baixo teor de argila (77 g Kg⁻¹), corroborando com os resultados encontrados por Freitas et al., (2014) .

Esse comportamento justifica-se devido ao processo de sorção do solo. Assim, em solos com maior sorção, o montante de herbicida disponível na solução é menor e, consequentemente, o dano desse à soja, porém, acarreta na diminuição do controle das plantas daninhas. A sorção do sulfentrazone é maior em condições de alta matéria orgânica e argila e de baixo pH (GREY et al., 1997; OHMES; MUELLER, 2007).

Com a utilização da dose recomendada do produto (0,6 Kg i.a ha⁻¹) não constatou-se danos maiores que C₅₀ em nenhum dos solos. No entanto para o Planossolo Háplico/Capivari do Sul, aos 35 DAE a dose de 0,69 kg i.a. ha⁻¹ causou 50% de fitotoxicidade. Para redução de 10% no acúmulo de massa seca, a dose observada em ambos os Planossolos Háplicos, Capivari do Sul e Pelotas foram inferior a dose recomendada, sendo respectivamente 0,52 e 054 kg i.a. ha⁻¹ de sulfentrazone. Porém não foi realizado ensaios para determinar o efeito desta redução no rendimento de grãos.

Nesse ensaio o herbicida foi aplicado em condições ideais de umidade, ressaltando que o teor de água no solo tem papel importante na dinâmica de sulfentrazone no solo, em condições de maior umidade, característico de solos de áreas baixas, a disponibilidade de sulfentrazone é maior, causando maior dano à cultura, porém necessita-se maior entendimento desse processo.

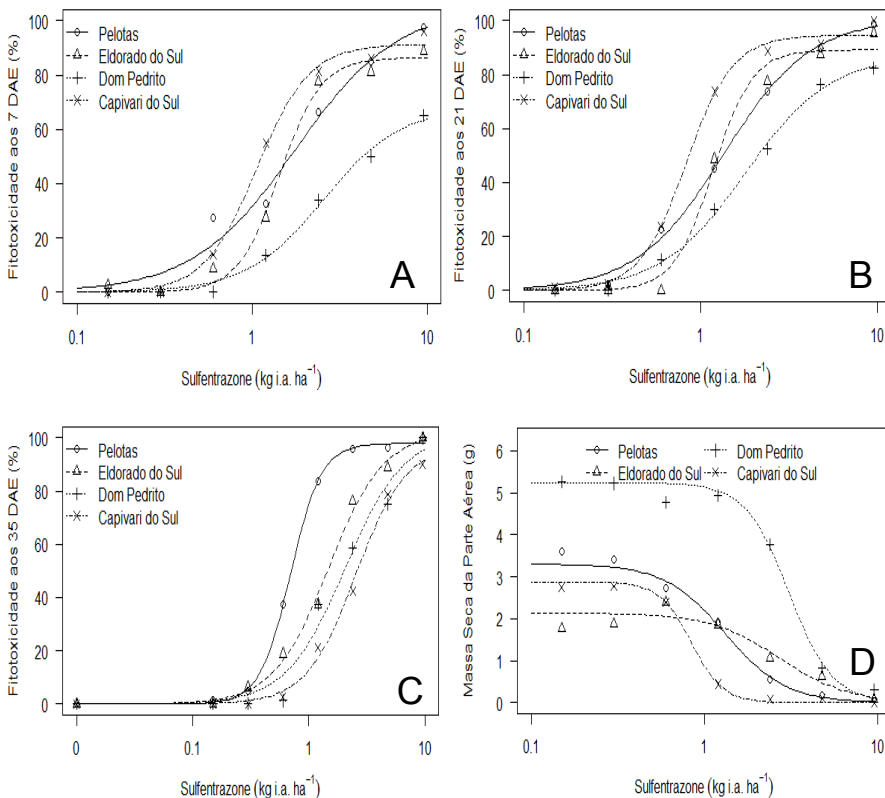


Figura 1. Fitotoxicidade de sulfentrazone aos 7 (A), 21 (B), e 35 (C) dias após a emergência, e massa seca da parte aérea (D) em diferentes solos. Capão do Leão/RS. UFPel, 2015.

Tabela 2. Parâmetros estimados da equação de regressão não linear para as variáveis fitotoxicidade aos 7, 21 e 35 DAE, e massa seca da parte aérea aos 35 dias. Capão do Leão/RS. UFPel, 2015.

Solo		b	d	C10	C50	p
7 DAE	Pelotas	-1,482	105,225	0,40	1,770	0.2719
	Eldorado do Sul	-3,652	86,454	0,78	1,437	
	Dom Pedrito	-1,939	68,533	0,82	2,575	
	Capivari do Sul	-2,881	91,366	0,49	1,066	
21 DAE	Pelotas	-1,768	100,717	0,38	1,347	0.6106
	Eldorado do Sul	-3,906	89,229	0,67	1,183	
	Dom Pedrito	-1,816	87,075	0,53	1,797	
	Capivari do Sul	-3,278	94,658	0,42	0,833	
35 DAE	Pelotas	-1,835	102,235	0,44	1,482	0.0199
	Eldorado do Sul	-1,716	101,945	0,57	2,052	
	Dom Pedrito	-2,035	97,179	0,86	2,543	
	Capivari do Sul	-3,280	97,946	0,35	0,697	
MSPA	Pelotas	2,482	3,301	0,54	1,318	0.8215
	Eldorado do Sul	2,174	2,133	0,98	2,707	
	Dom Pedrito	3,451	5,236	1,63	3,082	
	Capivari do Sul	4,698	2,876	0,52	0,839	

Parâmetros: b=declividade da curva, d= limite inferior/superior, C_{10;50}= dose efetiva, em kg i.a. ha⁻¹, para 10 e 50% de fitotoxicidade, p= ajuste do modelo.

CONCLUSÕES

Os danos de fitotoxicidade e redução de massa seca da parte aérea na cultura da soja foram mais acentuados em solos com baixo teor de matéria orgânica e argila, como o caso do Planossolo Háplico, necessitando maior cuidado na utilização do sulfentrazone nesses solos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FREITAS, M.A.M. et al. . Sulfentrazone sorption in different types of soil by bioassays. **Planta daninha**, v. 32, n. 2, p. 385-392, 2014.

GREY, T. L. et al. Sulfentrazone adsorption and mobility as affected by soil and pH. **Weed Science**, v. 45, n.5, p. 733-738, 1997.

KNEZEVIC, S. Z. et al. Utilizing R Software Package for Dose-Response Studies: The Concept and Data Analysis. **Weed Technology**, v. 21, n. 3, p. 840-848, 2007.

MENEZES, V. et al. Red rice (*Oryza sativa*) resistant to the herbicides imidazolinones. **Planta Daninha**, v. 27, p. 1047–1052, 2009.

OHMES, G. A.; MUELLER, T. C. Sulfentrazone adsorption and mobility in surface soil of the southern United States. **Weed Technology**, v. 21, n. 3, p. 796-800, 2007.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2012.

RITZ, C; STREIBIG, J.C. Bioassay analysis using R. **Journal of Statistical Software**, v. 12, n. 5, p. 1-22, 2005.

SBCPD. **Procedimentos para a instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina, 1995.

FITOTOXICIDADE E PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO EM PLANTAS DE ARROZ SUBMETIDAS À HERBICIDAS EM CONDIÇÕES DE SALINIDADE NA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

Ítalo Lucas de Moraes¹; Cristina Copstein Cuchiara²; Gabriele Espinel Ávila²; Diogo da Silva Moura²; Lariza Benedetti²; Marcelo Peres³; Sidnei Deuner⁴

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., controle químico, estresse salino, herbicidas.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.), é uma das fontes de alimento mais importantes, responsável por nutrir cerca de 50% da população mundial. Todavia, a produção mundial de arroz tem de aumentar em pelo menos 70% até 2050, a fim de atender a demanda da população (WANG, 2013).

O início do século 21 é marcado pela escassez global de recursos hídricos, poluição ambiental e aumento da salinização do solo e da água. O aumento da população humana e redução de terras disponíveis para o cultivo são duas ameaças para a sustentabilidade da agricultura (SHAHBAZ & ASHRAF, 2013).

O estresse salino é o segundo estresse abiótico mais importante como limitante à produtividade do arroz, particularmente nas zonas costeiras. A condutividade elétrica (CE) é o atributo mais frequentemente usado para monitorar os níveis de salinidade da água. Em condições de campo, reduções de um terço no rendimento de grãos podem ocorrer quando o arroz é cultivado em uma condutividade elétrica (CE) de 2,0 dS m⁻¹, reduzindo a metade em níveis de 4,0 dS m⁻¹, sendo estes níveis de salinidade, considerados baixo e moderado estresse salino, respectivamente. Alguns estudos mostram que menos de 5,0 dS m⁻¹ se mostra letal para o arroz (THITISAKSUKUL, 2015).

Na cultura do arroz, o controle químico de plantas daninhas se constitui na principal tática para o manejo destas. Os herbicidas, quando seletivos à cultura pelo metabolismo diferencial, apresentam riscos de ocorrência de injúrias às plantas, pois a eficácia dos herbicidas é extremamente dependente das condições ambientais, e estas podem alterar a capacidade de absorção, de translocação e de detoxificação dessas moléculas (MATZENBACHER, 2014). Portanto, é de vital importância o estudo das variações ambientais e seu impacto sobre as operações de manejo na cultura do arroz.

Em virtude de não haver dados relativos ao efeito destes herbicidas, quando aplicados no arroz irrigado em condições de salinidade, objetivou-se com este trabalho, verificar a possível associação dos sintomas de fitotoxicidade de herbicidas na cultura do arroz irrigado ao conteúdo de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) foliar em condições de salinidade na água de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o ano agrícola de 2014/15. As unidades experimentais foram compostas por baldes plásticos com capacidade para oito litros, os quais foram preenchidos com solo coletado de área de várzea. Foi realizada análise prévia quanto aos atributos químicos do solo, laudo realizado no laboratório de análise de solos pertencente ao Departamento de Solos da Universidade Federal de Pelotas.

¹Doutorando em Fisiologia Vegetal, Departamento de Botânica/DB, Instituto de Biologia/IB, Universidade Federal de Pelotas/UFPel, Caixa Postal 354, CEP 96010 – 900, Capão do Leão, RS, Brasil, Fone: (53) 3275-7640/Fax: (53) 3275-7169, italolucasmoraes@gmail.com

²Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, DB, IB, UFPel.

³Graduando em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/FAEM, UFPel.

⁴Professor Adjunto, DB, IB, UFPel.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial (A x B), sendo o fator A composto pela salinidade na água de irrigação (A₁ salina ou A₂ não salina) e o fator B formado pelos tratamentos: controle (B₁ sem herbicida), profloridim (B₂), clomazone (B₃) e bispiribaque-sódico (B₄) nas dosagens de 170, 600 e 50 g.i.a. ha⁻¹. Cada tratamento constituiu-se de cinco repetições, a cultivar de arroz utilizada foi IRGA 424, na população de 15 plantas por vaso, totalizando a densidade de 300 plantas por metro quadrado.

A escolha dos herbicidas se deu em função do padrão de fitotoxicidade observado, assim como da frequência de seu uso comercial em lavouras de arroz irrigado. Todos os herbicidas utilizados foram testados na presença (A₂) ou ausência (A₁) de salinidade na água de irrigação. Os herbicidas foram aplicados em pós-emergência (antes do estabelecimento da lâmina de água) no estágio vegetativo V3-V4 segundo Counce et al. (2000), seguido de uma adubação nitrogenada em cobertura. Para a aplicação dos herbicidas, foi utilizado um pulverizador costal de precisão, pressurizado por CO₂, equipado com barra composta de quatro pontas de pulverização jato plano do tipo leque, série 110-02, espaçadas em 50 cm, calibrado para aplicar um volume de calda de 150 L ha⁻¹.

Antes do início do estabelecimento da lâmina de irrigação foi fornecida água para manter o substrato na capacidade de campo. Durante o desenvolvimento das plântulas e condução do experimento, as mesmas receberam adubação, conforme as recomendações técnicas da cultura (SOSBAI, 2012). Um dia após a aplicação dos herbicidas foi efetuada irrigação, adicionando uma lâmina de água de 2,5 cm. Essa lâmina de água foi mantida na condição salina em uma condutividade de 7,5 dS m⁻¹, para o fator A₂ (salinidade) essa por sua vez, aferida por meio de um condutivímetro, e nos vasos correspondentes ao fator A₁ (não salino), foi adicionada água destilada. A cada dia foi aferida a condutividade elétrica da lâmina de irrigação dos baldes, para reposição da água na condutividade suficiente para formar a concentração inicial.

Os sintomas de fitotoxicidade das plantas, foram avaliados visualmente atribuindo-se notas que variam de 0 (sem sintomas) a 100% (plantas mortas) aos sete, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas (SBCPD, 1995).

O conteúdo de H₂O₂ foi determinado aos sete e 14 DAA em aproximadamente 500 mg de massa fresca obtida de folhas de arroz. Os tecidos foram macerados em tampão de extração contendo ácido tricloroacético (TCA) a 0,1%. O homogenato foi centrifugado a 12.000 g, durante 20 minutos e o sobrenadante obtido foi transferido para *ependorf* de 2 mL.

Os dados foram submetidos à análise de variância para testar as fontes de variação e suas possíveis interações. As médias foram comparadas entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando para tal, o software estatístico WinStat (MACHADO & CONCEIÇÃO, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável fitotoxicidade, em todos os períodos avaliados houve diferença significativa ($p < 0,05$) quando avaliados os tratamentos herbicida (fator B) isoladamente quanto à presença ou ausência da salinidade na água de irrigação (fator A), com exceção do herbicida profloridim aos sete e aos 28 DAA, clomazone aos 14 DAA e bispiribaque-sódico aos 28 DAA (Tabela 1). Também ocorreu diferença significativa comparando-se cada nível salino quanto aos diferentes herbicidas ($p < 0,05$). O herbicida clomazone na ausência da salinidade apresentou os maiores valores médios, sendo 52; 56; e 64 aos sete, 14, 21 e 28 DAA. Já na presença de estresse salino, embora este herbicida tenha apresentado valores superiores que o controle aos sete e aos 14 DAA, a partir deste período, ocorreu uma recuperação dos sintomas visuais, não diferindo significativamente. Negrisoli (2010) verificou para o mesmo herbicida na mesma dosagem, uma maior porcentagem de fitotoxicidade nas plantas, 77% aos sete e 87,9% aos 26 DAA.

Tabela 1. Valores médios de fitotoxicidade de herbicidas aplicados no arroz irrigado, cultivar IRGA 424, acrescidos ou não de 7,5 dS m⁻¹ de NaCl na água de irrigação aos sete, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas.

	7 DAA		14 DAA		21 DAA		28 DAA	
Tratamento	0 dS m ⁻¹	7,5 dS m ⁻¹	0 dS m ⁻¹	7,5 dS m ⁻¹	0 dS m ⁻¹	7,5 dS m ⁻¹	0 dS m ⁻¹	7,5 dS m ⁻¹
Controle	0 Cb	11 Ba	0 Cb	18 Ba	0 Cb	19 Aa	0 Cb	20 ABa
profloridim	12 Ba	15 Ba	12 Bb	24 Ba	12 Bb	26 Aa	20 Ba	24 Aa
clomazona	52 Aa	38 Ab	56 Aa	38 Aa	64 Aa	28 Ab	64 Aa	22 ABb
bispiribaque-sódico	6 BCb	14 Ba	6 BCb	24 Ba	5 BCb	18 Aa	10 BCa	12 Ba

*Letras iguais não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo que, letras maiúsculas, comparam os tratamentos dentro de cada coluna, e letras minúsculas, comparam dentro de cada linha.

O bispiribaque-sódico na ausência de estresse salino apresentou baixos valores de fitotoxicidade nos períodos de avaliação, quando comparados aos demais herbicidas, tendo este, a menor fitotoxicidade. Este mesmo herbicida quando testado quanto a condição salina também se mostrou com baixos valores de fitotoxicidade, evidenciando que a associação dos estresses não alterou este parâmetro.

Para a variável H₂O₂, houve diferença significativa para os dois fatores analisados (p<0,005).

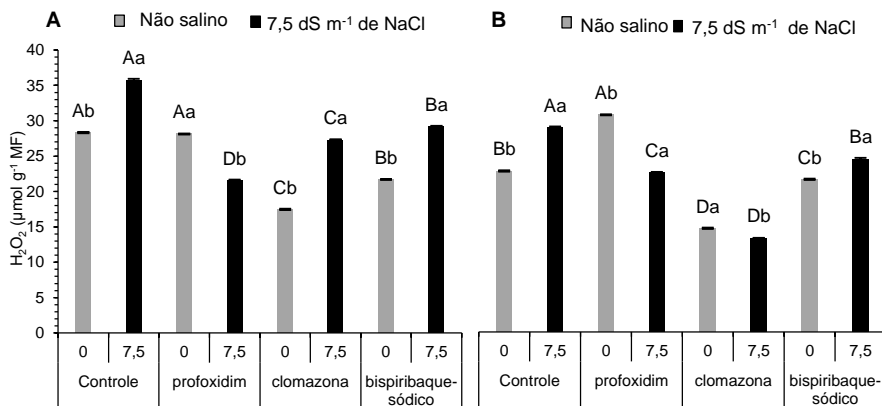


Figura 1. Conteúdo de peróxido de hidrogênio em folhas de arroz aos sete (A) e aos 14 DAA (B) na cultivar IRGA 424 submetida a diferentes tratamentos herbicidas na presença ou ausência de 7,5 dS m⁻¹ de NaCl na água de irrigação. Letras iguais não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo que, letras maiúsculas, comparam os diferentes herbicidas dentro de cada nível de salinidade, e letras minúsculas, comparam os dois níveis de salinidade para cada herbicida.

Aos sete e aos 14 DAA o herbicida clomazone apresentou os menores valores de H₂O₂, indicando que a fitotoxicidade promovida por este herbicida não está relacionada a produção deste radical, pois a fotooxidação da clorofila promovida pelo tratamento com este herbicida provavelmente é o primeiro evento a mostrar sintomas nas folhas. O herbicida profloridim mostrou uma considerável fitotoxicidade em relação ao controle, ficando abaixo apenas do tratamento com clomazone sem adição de sal (Tabela 1). Alguns trabalhos indicam que a ação fitotóxica dos graminicidas é mediada pela formação espécies reativas de oxigênio (RADCHENKO et al., 2014). Desta forma, a fitotoxicidade observada pode ser devido, em parte, a formação do radical H₂O₂.

Todos os tratamentos herbicidas associados a salinidade apresentaram valores de peróxido H_2O_2 abaixo do controle com sal, nestes também se verificou baixos valores de fitotoxicidade (não diferindo do controle com sal). Radchenko et al. (2014) observaram uma diminuição dos efeitos fitotóxicos pela aplicação de fenoxaprop, um herbicida também inibidor de ACCase sob condições déficit hídrico, sendo esse estresse, um dos efeitos associados a salinidade. Portanto, os sintomas observados se devem a toxidez promovida pelo efeito do NaCl.

CONCLUSÃO

O herbicida clomazone não apresenta fitotoxicidade associada ao H_2O_2 ao passo que proflodim possivelmente esteja associado.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COUNCE, P. A. et al. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 2, p. 436-443, 2000.
- MACHADO, A. de A.; CONCEIÇÃO, A.R. **WinStat: sistema de análise estatística para Windows**. Versão 2.0. Pelotas: UFPel/NIA, 2003.
- NEGRISOLI, E.; TRINDADE, M. L. B.; VELINI, E. D.; CORRÊA, M. R.; PERIM, L.; ROSSI, C. V. S. Seletividade da cultura do arroz, a tratamentos com clomazone aplicado isolado e combinado com um polímero e um protetor de semente. In: **XXVII CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 2010**, Ribeirão Preto – SP.
- MATZENBACHER, F.O. et al. Environmental and physiological factors that affect the efficacy of herbicides that inhibit the enzyme protoporphyrinogen oxidase: a literature review. **Planta daninha**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 457-463, 2014.
- RADCHENKO, M. P. et al. Decrease of the herbicide fenoxaprop phytotoxicity in drought conditions: the role of the antioxidant enzymatic system. **Journal of plant protection research**, v. 54, p. 390-394, n. 4, 2014.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS - SBPCD. **Procedimentos para a instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: 1995. 42p.
- SHAHBAZ, M., ASHRAF, M. Improving salinity tolerance in cereals. *Crit. Rev. Plant Sci*, 32, 237-249, 2013.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI) Arroz Irrigado: **recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Porto Alegre, RS: SOSBAI, 179p. 2012.
- THITISAKSAKUL, M.; TANANUWONG, K.; SHOEMAKER, C. F.; CHUN, A.; TANADUL, O.; LABAVITCH, J. M.; BECKLES, D. M. Effects of Timing and Severity of Salinity Stress on Rice (*Oryza sativa* L.) Yield, Grain Composition, and Starch Functionality. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, p. 2296 - 2304, 2015.
- WANG, Y.; ZHANG, L.; NAFISAH, A.; ZHU, L.; XU, J.; LI, Z. Selecti on efficiencies for improving drought/salt tolerances and yield using introgression breeding in rice (*Oryza sativa* L.). **The Crop Journal**, v. 1, p. 134-142, 2013.

GENES RELACIONADOS À DETOXIFICAÇÃO DE IMAZETHAPYR EM CAPIM-ARROZ (*Echinochloa crus-galli*)

Giliardi Dalazen¹; Catarine Markus¹; Christian Menegaz²; Rafael Schwalm Rafaeli²; Aldo Merotto Júnior³

Palavras-chave: metabolização, P450, GST, resistência.

INTRODUÇÃO

Algumas espécies de plantas daninhas resistentes a herbicidas ainda não apresentam os seus mecanismos de resistência totalmente elucidados, como é o caso de populações de capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*) resistentes a imazetapir (Heap, 2015). O capim-arroz é uma das principais plantas daninhas da cultura do arroz irrigado no sul do Brasil (Agostinetto et al., 2010). Essa planta daninha pode provocar perdas de até 90% na produtividade do arroz, dependendo da densidade da infestante, cultivar e manejo da irrigação da lavoura (Pinto et al., 2008).

Há indícios de que a resistência de *E. crus-galli* a imazethapyr em algumas populações do RS seja devida ao incremento de metabolização desses herbicidas por enzimas P450 (Matzenbacher et al., 2012). Da mesma forma, biótipos resistentes de *E. crus-galli* nos Estados Unidos demonstraram como mecanismo parcial de resistência a herbicidas inibidores da enzima ALS a metabolização por P450 (Riar et al., 2012). Na China, biótipos de *E. crus-galli*, resistentes a herbicidas inibidores da enzima ACCase, apresentaram maior atividade da enzima GST, ao serem comparados com biótipos de populações suscetíveis (Huan et al., 2011). Dessa forma, o objetivo desse trabalho é identificar e avaliar a expressão de genes que codificam enzimas detoxificadoras de herbicidas (P450 e GST), possíveis responsáveis pela resistência e de capim-arroz ao herbicida imazethapyr.

MATERIAL E MÉTODOS

As populações de capim-arroz foram selecionadas baseando-se em estudos realizados previamente. Esses estudos demonstraram que, em algumas dessas populações, a resistência a imazetaphyr não está relacionada à insensibilidade da enzima, já que não foram constatadas mutações no gene que codifica a enzima acetolactato sintase (ALS) (Bortoly, 2013). Além disso, a utilização de produtos inibidores da ação de enzimas P450 (malathion) reverteu a resistência em plantas de populações resistentes (Matzenbacher et al., 2012). Baseado nisso, foi selecionada a população ARRGR01 (Arroio Grande, RS), caracterizada como resistente a imazetaphyr, com ausência de mutação no gene ALS e com ocorrência de reversão da resistência ao se utilizar inibidores de enzimas de metabolização, indicando que o mecanismo de resistência poderia ser o metabolismo diferencial. Como suscetível, foi utilizada a população SUSSP01, oriunda de São Paulo (São Paulo).

Foram avaliados quatro genes CYP (P450) e três genes GST (Tabela 1). Os *primers* foram desenhados a partir do programa Primer3Plus (<http://www.bioinformatics.nl/cgi-bin/primer3plus/primer3plus.cgi/>) a partir de sequências depositadas no *Genbank* (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank>).

Para a produção das plantas, as sementes de capim-arroz foram acondicionadas em placas de Petri e mantidas em BOD (25°C) até a germinação. As plântulas foram transplantadas em vasos perfurados na base, com volume de 200 mL, contendo como substrato a mistura de solo e composto orgânico (3:1), além de fertilizante mineral. As

¹ Doutorando, PPG Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, Brasil, (giliardidalazen@gmail.com)

² Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, Brasil.

³ Professor, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, Brasil.

plantas foram mantidas em casa de vegetação climatizada, em temperatura de 25°C, até o estádio de três a quatro folhas, momento em que foi realizada a aspersão do herbicida. Os tratamentos constaram de plantas resistentes (ARRGR01) e suscetíveis (SUSSP01), tratadas e não tratadas com o herbicida. Para cada tratamento foram utilizadas três repetições biológicas. A aspersão do herbicida imazetaphyr foi realizada em câmara de pulverização automatizada, utilizando-se volume de calda 200 L ha⁻¹ e ponta de pulverização do tipo DG 110.02. A pulverização foi realizada em pressão constante de 50 lb pol⁻² e velocidade de deslocamento de 1 m s⁻¹. A dose de imazethapyr utilizada foi de 106 g de ingrediente ativo (ia) ha⁻¹, acrescido de adjuvante Dash (0,5%).

Tabela 1. Genes *CYP* e *GST* avaliados e espécies em que esses genes estão relacionados em processos de detoxificação de herbicidas.

Gene	Código <i>GenBank</i>	Espécie
<i>CYP81A6</i>	DQ341412	<i>Oryza sativa</i>
		<i>Digitaria nuda</i>
<i>CYP71C30</i>	AF321858	<i>Lolium rigidum</i>
<i>CYP71A2</i>	AB733990	<i>E. phyllopogon</i>
<i>CYP72A254</i>	AB755796.1	<i>E. phyllopogon</i>
<i>OsGSTL1</i>	DQ319906	<i>Oryza sativa</i>
<i>LrGSTF1</i>	HF548530	<i>Lolium rigidum</i>
<i>EcGST1</i>	JX518596	<i>Echinochloa crus-galli</i>

Amostras de aproximadamente 0,1g de folhas de plantas tratadas e não tratadas com imazetaphyr foram coletadas 24 horas após a aplicação dos herbicidas. A extração do mRNA foi realizada pelo método Trizol® (Invitrogen). A concentração de RNA extraído foi quantificada utilizando-se espectrofotômetro Genesys 2® (Thermo Spectronic), em comprimento de onda de 260 nm e diluído a 1 µg µL⁻¹. Uma alíquota de 3 µg de RNA total de cada tratamento foi tratada com DNase® I (Invitrogen). Em seguida, foi sintetizada a fita complementar (cDNA) com a enzima transcriptase reversa SuperScript® III (Invitrogen), a partir de 3 µg de RNA, utilizando iniciadores polidT. As reações de PCR (*Polimerase Chain Reaction*) foram realizadas com a programação inicial de 94°C por 3 minutos, seguido de 35 ciclos de 1 minuto a 94°C, 1 minuto a 55°C e 1 minuto a 72°C. Cada reação foi realizada com 50 ng de DNA, 10 µM de cada sequência nucleotídica iniciadora (*primers forward e reverse*), 10 µM deoxinucleotídeos trifosfatos (dNTPs), 0,2 µL de DNA polimerase, 1,5 µL de tampão (10x), e 2,5 mM de cloreto de magnésio, em um volume final de 15 µL por reação. Os produtos amplificados foram analisados por eletroforese em gel de agarose 2%, O fragmentos amplificados foram comparados com o padrão DNA ladder 100 bp.

As reações de PCR em tempo real foram realizadas em volume final de 20 µL, formado por 10 µL da amostra de cDNA (diluída 1:100) em água MiliQ e 10 µL dos constituintes da reação composta de 2 µL tampão 10X, 0,5 µL dNTPs (10 µM cada nucleotídeo), 1,2 µL de solução de MgCl₂ (50 mM), 2 µL de SYBR Green® (Invitrogen) diluído 1:100 (preparado no momento da utilização a partir de solução diluída 100X), 0,2 µL de ROX Reference Dye, 0,1 µL Taq Platinum® (Invitrogen) e 0,4 µL da combinação de *primers forward e reverse*. O equipamento utilizado foi o 7300 Real-Time PCR System® (Applied Biosystems) em placas contendo 96 poços PCR-96M2 – HS – C® (Axygen) com selador MicroAmp® Optical Adhesive Film (Applied Biosystems).

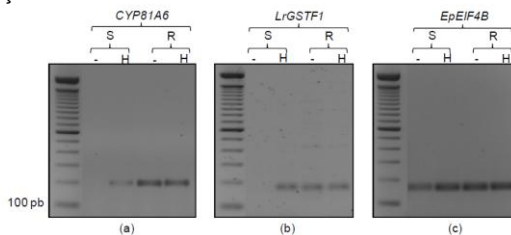
As etapas de amplificação incluíram um ciclo inicial de 95°C durante 5 minutos, seguido de uma sequência de 40 ciclos: iniciado com 94°C por 15 segundos, 60°C por 10 segundos, 72°C por 15 segundos e 60°C por 35 segundos, e um ciclo final de desnaturação de 95°C por 15 segundos, 60°C por 60 segundos, 95°C por 15 segundos e 60°C por 15 segundos.

A amplificação realizada pela reação de PCR em tempo real foi analisada pela quantificação relativa (expressão relativa), a qual determina o número de cópias de um gene

alvo em relação a um controle endógeno, no caso 28S rRNA. A análise de expressão relativa foi realizada através da fórmula de Dussault & Pouliot (2006), onde o $\Delta\Delta Ct = (Ct_{alvo} - Ct_{28S}) - (Ct_{calibrador} - Ct_{28S})$, sendo o $\Delta\Delta Ct$ a expressão relativa do gene, e a aplicação do resultado em $2^{-(\Delta\Delta Ct)}$ fornece a dimensão de variação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos apontam que dois genes codificantes de enzimas detoxificadoras possam estar envolvidos no processo de resistência de capim-arroz ao herbicida imazetaphyr. Entre os genes avaliados até o momento, um gene *CYP* e outro *GST* apresentaram expressão diferencial em plantas resistentes, tanto na presença quanto na ausência de imazetaphyr. Ainda, plantas suscetíveis tratadas com o herbicida também apresentaram a expressão desses genes (Figura 1), indicando que a expressão pode ser induzida na pela presença do herbicida.



S: suscetível; R: resistente; H: com herbicida imazetaphyr.

Figura 1. Expressão dos genes *CYP81A6* (a), *LrGSTF1* (b) e *EpEIF4B* (c) em plantas suscetíveis (S) e resistentes (R) de capim-arroz em resposta à aplicação de imazetaphyr.

O gene *CYP81A6* (Figura 1a) apresentou maior expressão nas plantas resistentes. Na população resistente as bandas relativas à amplificação do gene foram mais pronunciadas, indicando a sua maior expressão. Na análise de PCR em tempo real (Figura 2), a expressão em plantas resistentes que receberam a aplicação do herbicida foi 3,6 vezes maior, quando comparada à população suscetível, sem herbicida. Nas plantas resistentes, sem herbicida, a expressão desse gene foi 1,7 vezes maior. Sendo assim, a presença do herbicida aumentou a expressão relativa do gene *CYP81A6* em 1,9 vezes. Esse gene já foi identificado como responsável pela detoxificação de herbicidas em arroz (*Oryza sativa*) (Liu et al., 2012).

Além do gene *CYP81A6*, um gene *GST* apresentou expressão diferencial em plantas resistentes. O gene *LrGSTF1* foi expresso em plantas resistentes, tanto na presença quanto na ausência de herbicida (Figura 1b). O gene *LrGSTF1* apresentou expressão relativa na ordem de 2,8 vezes nas plantas resistentes que receberam herbicida, quando comparadas às plantas suscetíveis, não tratadas (Figura 2). Além disso, plantas resistentes que não receberam a aplicação de herbicida, assim como plantas suscetíveis tratadas, apresentaram expressão relativa de aproximadamente 1,5 vezes quando comparadas às plantas suscetíveis não tratadas com o herbicida imazetaphyr. Esse gene foi identificado como responsável pela resistência múltipla de avevém (*Lolium rigidum*) a herbicidas (Cummins et al., 2013). Plantas suscetíveis que não aspergidas com o herbicida imazetaphyr não apresentaram expressão dos genes *CYP81A6* e *LrGSTF1*.

Além desses genes, foi constatada a expressão diferencial do gene *EpEIF4B* (Figura 1c), que codifica para um fator de iniciação de tradução. A expressão desse gene foi observada tanto em plantas suscetíveis quanto em resistentes, independentemente da presença ou ausência de herbicida. Esse resultado poderia ser esperado, uma vez que se trata de um gene constitutivo, essencial para o processo de síntese protéica. No entanto, observa-se que plantas suscetíveis não tratadas apresentaram menor expressão do gene. Plantas resistentes que receberam a pulverização do herbicida, a expressão foi aproximadamente

10 vezes maior, quando comparada às plantas suscetíveis, sem herbicida (Figura 2). Nas plantas resistentes que não foram tratadas, a expressão foi 8,7 vezes maior, demonstrando que esse gene foi altamente expresso nas plantas resistentes, mesmo na ausência de herbicida. Por outro lado, plantas suscetíveis que foram tratadas apresentaram alta expressão desse gene (5,63 vezes), indicando que a sua expressão foi induzida na presença de imazethapyr, mesmo em plantas suscetíveis.

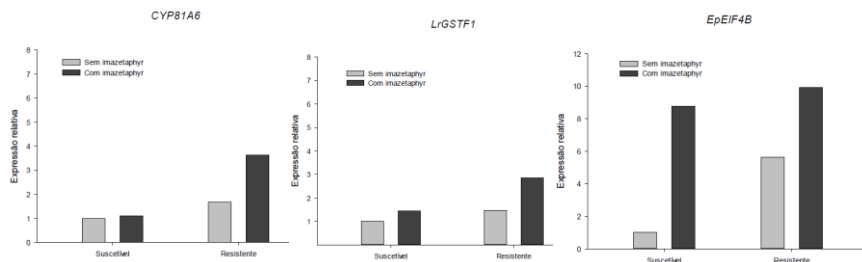


Figura 2. Expressão relativa dos genes *CYP81A6*, *LrGST1* e *EpE14B* em plantas suscetíveis (SUSSP01) e resistentes (ARRGR01) de capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*) em resposta à aplicação de imazethapyr.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos indicam que a maior expressão do gene *EpE14B*, que codifica para um fator iniciador de tradução, juntamente com a maior expressão dos genes *CYP81A6* e *LrGST1*, que codificam para enzimas detoxificadoras, possam explicar a resistência a imazetaphyr de plantas de capim-arroz na população resistente usada neste estudo. Com o conhecimento do mecanismo de resistência em plantas da capim-arroz torna necessária a tomada medidas que visem evitar a seleção e a dispersão da resistência para outras populações. Essas ações são fundamentais no combate à resistência, uma vez que mecanismos de resistência não relacionados ao local de ação do herbicida podem causar resistência múltipla a vários herbicidas, estreitando as opções de controle.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINETTO, D. et al. Interferência e nível de dano econômico de capim-arroz sobre o arroz em função do arranjo de plantas da cultura. **Planta daninha**, v. 28, p. 993-1003, 2010.
- CUMMINS, I. et al. Key role for a glutathione transferase in multiple-herbicide resistance in grass weeds. **PNAS**, v. 110, p. 5812-5817, 2013.
- HEAP, I. **The International Survey of Herbicide Resistant Weeds**. Disponível em: www.weedscience.org. Acesso em 15 de junho de 2015.
- HUAN, Z. et al. Resistance level and metabolism of barnyard-grass (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) populations to quizalofop-p-ethyl in Heilongjiang province, China. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 10, p. 1914-1922, 2011.
- MATZENBACHER, F.O. et al. Diagnóstico do mecanismo de resistência de capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*) a imazethapyr e quinclorac. In: XXVIII CBCPD, Campo Grande, MS, 2012.
- PINTO, J.J.O. et al. Controle de Capim-Arroz (*Echinochloa* spp.) em função de métodos de manejo na cultura do arroz irrigado. **Planta daninha**, v. 26, p. 767-777, 2008.
- RIAR, D.S. et al. Resistance of *Echinochloa crus-galli* Populations to Acetolactate Synthase-Inhibiting Herbicides International. **Journal of Agronomy**, v. 2012, 8 p., 2012.

HABILIDADE COMPETITIVA ENTRE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO E *Brachiaria plantaginea*. UTILIZAÇÃO DE VARIÁVEIS RELATIVAS

Scheila Lucia Ecker¹; Leandro Galon²; Sergio Guimarães³, Marlon Ouriques Bastiani³, André Luiz Radünz⁴, Andres Andres⁵, Gismael Francisco Perin², Cesar Thiago Forte¹

Palavras-chave: *Oryza sativa*, interação entre plantas, Ecofisiologia de plantas daninhas

INTRODUÇÃO

As plantas daninhas destacam-se como os principais fatores bióticos limitantes da produtividade de grãos do arroz irrigado. Estas, por serem espécies de ocorrência espontânea, possuem variabilidade genética que lhes garante maior adaptação ao ambiente do que as espécies cultivadas selecionadas pelo homem (Bianchi et al., 2006). A competição das plantas cultivadas com as daninhas se dá pelos recursos do meio, tais como luz, água e nutrientes. A duração da competição determina prejuízos variáveis no crescimento e no desenvolvimento e, consequentemente, na produção das culturas (Fleck et al., 2008). A habilidade competitiva pode ser analisada, quanto aos efeitos, sob dois aspectos: supressão do crescimento de vizinhos e tolerância à presença de vizinhos (Fleck et al., 2008). O grau de competição depende de fatores relacionados à comunidade infestante (espécie, população, distribuição e época de emergência) e à própria cultura (espécie ou cultivar, espaçamento entre linhas e população). Estudos sobre competitividade de culturas com plantas daninhas permitem desenvolver estratégias para seu manejo, pois podem definir as características que confirmam maior habilidade competitiva às culturas em detrimento das espécies daninhas (Fleck et al., 2008).

Diante do exposto, objetivou-se com o trabalho avaliar a habilidade competitiva de cultivares de arroz irrigado (BRS Sinuelo CL e BRS Querência) com o competidor papuã (*Brachiaria plantaginea*), tendo por base, variáveis relativas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Itaquí/RS, no ano agrícola 2011/12. Os ensaios foram alocados em vasos plásticos com capacidade volumétrica de 8 dm³, preenchidos com solo oriundo de lavoura orizícola, classificado como Plintossolo Háplico. O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado, com quatro repetições. Os competidores testados incluíram as cultivares de arroz BRS Sinuelo CL ou BRS Querência que competiram com um biótipo de papuã. Primeiramente foi realizado um experimento preliminar, tanto para as cultivares de arroz quanto para o papuã, em sistema de monocultivo, com o objetivo de determinar a população de plantas em que a produção final torna-se constante. Neste, utilizaram-se populações de 1, 2, 4, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56 e 64 plantas vaso⁻¹ (equivalentes a 25, 49, 98, 196, 392, 587, 784, 980, 1.176, 1.372 e 1.568 plantas m⁻²). A produção final constante foi obtida com população de 24 plantas vaso⁻¹, o

¹ Eng. Agr. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Câmpus Erechim. Rovia RS 135, km 72, n.200, Interior de Erechim/RS, 99700-000. Email: scheila.agro2010@gmail.com.

² Eng. Agr. Dr. Professor da UFFS, Câmpus Erechim. Email: leandro.galon@uffs.edu.br.

³ Aluno de Graduação da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Câmpus Itaquí.

⁴ Eng. Agr. Dr. Bolsista DT/FAPERGS/CAPE/UFFS.

⁵ Eng. Agr. PhD. Pesquisador da Embrapa Clima Temperado.

que equivaleu a 587 plantas m⁻² (dados não apresentados). Foram instalados mais dois ensaios para avaliar a competitividade das cultivares de arroz BRS Querência ou BRS Sinuelo CL com o papuã, ambos conduzidos em série de substituição, nas diferentes combinações da cultura e da planta daninha, variando-se as proporções relativas de plantas vaso⁻¹ (24:0; 18:6; 12:12; 6:18; 0:24), mantendo-se constante a população total de plantas (24 plantas vaso⁻¹).

Aos 50 dias após a emergência das espécies foi aferida a área foliar (AF) e a massa seca (MS) da parte aérea. A quantificação da AF foi realizada com auxílio de integrador eletrônico de área foliar da marca Licor 3100, aferindo-se todas as plantas em cada tratamento. Posteriormente a determinação da AF, as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e postas para secagem em estufa com circulação forçada de ar a temperatura de 60±5° C, para se aferir a MS.

Os dados foram analisados pelo método da análise gráfica da variação ou produtividade relativa (Cousens, 1991). O referido procedimento consiste na construção de um diagrama tendo por base as produtividades ou variações relativas (PR) e totais (PRT). Quando o resultado da PR for uma linha reta, significa que a habilidade das espécies são equivalentes. Caso a PR resultar em linha côncava, indica que existe prejuízo no crescimento de uma ou de ambas as espécies. Ao contrário, se a PR mostrar linha convexa, há benefício no crescimento de uma ou de ambas as espécies. Quando a PRT for igual à unidade (1) (linha reta), ocorre competição pelos mesmos recursos; se ela for superior a 1 (linha convexa), a competição é evitada. Caso a PRT for menor que 1 (linha côncava), ocorre prejuízo mútuo ao crescimento (Cousens, 1991).

O procedimento de análise estatística da produtividade ou variação relativa incluiu o cálculo das diferenças para os valores de PR (DPR) obtidos nas proporções 25, 50 e 75%, em relação aos valores pertencentes à reta hipotética nas respectivas proporções, quais sejam, 0,25; 0,50 e 0,75 para PR. Utilizou-se o teste "T", para testar as diferenças relativas aos índices DPR e PRT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstram para a AF linhas côncavas, ou seja, os desvios dos valores observados foram menores que os estimados e, nesse caso, houve prejuízo de crescimento da cultura e do competidor (Figura 1). Possivelmente, essa resposta ocorreu pela falta de recursos do meio para atender a demanda das espécies que competiram entre si. FLECK et al., (2008) especulam que isso ocorre em função de que a competição entre plantas é parte fundamental na ecologia dos vegetais, onde duas ou mais plantas utilizam ou retiram recursos para seu crescimento e desenvolvimento, os quais estão limitados no ecossistema comum. Na proporção de plantas (50:50) a associação da cultivar BRS Sinuelo CL com o competidor, demonstrou resultado inferior que as demais proporções (75:25 ou 25:75) para a produtividade relativa total (PRT).

Observou-se que as espécies apresentam elevada habilidade competitiva quando em mesma densidade populacional, competindo pelos mesmos recursos do meio, o que resulta em menor crescimento e desenvolvimento das mesmas e gera pouca contribuição para a PRT (Figura 1; Tabela 1). Fato que se repetiu, de maneira geral, para todas as variáveis e competidores.

A análise gráfica da combinação de plantas das cultivares BRS Sinuelo CL, BRS Querência e do biótipo de papuã, para a variável MS, demonstrou que os desvios das retas da PR, em relação às retas esperadas, evidenciam prejuízos às espécies envolvidas na competição. Segundo HARPER (1977) quando a PRT é menor do que 1, há antagonismo mútuo entre as espécies que estão competindo pelos recursos do ambiente. Houve redução da MS do competidor papuã, independente da proporção de plantas (Tabela 1). O mesmo ocorreu com as cultivares de arroz, sendo que estas apresentaram redução de MS quando em competição com a planta daninha.

Na Tabela 1 observou-se que houve prejuízo significativo da AF e da MS para as duas

cultivares de arroz e também para o competidor papuã, em todas as proporções de plantas. Assim, constatou-se que a competição interespecífica foi muito prejudicial para ambas as espécies.

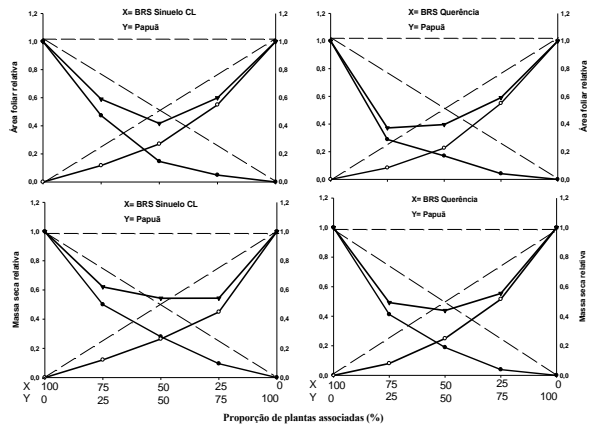


Figura 1. Produtividade relativa (PR) e total (PRT) para área foliar e massa seca de plantas de arroz e competidor papuã. (●) PR da cultivar de arroz (X), (○) PR do competidor (Y) e (▼) PRT. Unipampa, Itaquí/RS, 2011/12.

Bianchi et al., (2006) relataram que a habilidade de uma planta em competir com outra relaciona-se a vários fatores, dentre eles destacam-se a espécie vegetal envolvida na associação, a densidade populacional, a época de emergência de uma espécie em relação a outra ou mesmo a própria característica da planta. Galon et al., (2011) ao avaliarem a competição entre cultivares de cevada e azevém, observaram que independentemente da proporção de plantas na associação, houve redução da área foliar e da massa seca da parte aérea dos competidores. Ao trabalharem com trigo em competição com azevém, Rigoli et al., (2008) também observaram os mesmos efeitos aos observados no presente estudo.

Tabela 1. Diferenças relativas para as variáveis, área foliar, massa seca da parte aérea das cultivares de arroz BRS Sinuelo CL ou BRS Querência e do competidor papuã, aos 50 DAE. Unipampa, 2011.

Variáveis	Proporções de plantas associadas (arroz: competidor)		
	75:25	50:50	25:75
Área foliar			
BRS Sinuelo CL	-0,28 (±0,06)*	-0,35 (±0,02)*	-0,20 (±0,01)*
Papuã	-0,13 (±0,02)*	-0,23 (±0,05)*	-0,20 (±0,01)*
Total	0,59 (±0,06)*	0,42 (±0,03)*	0,60 (±0,001)*
BRS Querência	-0,46 (±0,01)*	-0,33 (±0,001)*	-0,21 (±0,001)*
Papuã	-0,17 (±0,001)*	-0,27 (±0,001)*	-0,20 (±0,01)*
Total	0,37 (±0,001)*	0,40 (±0,001)*	0,59 (±0,01)*
Massa seca da parte aérea			
BRS Sinuelo CL	-0,25 (±0,05)*	-0,22 (±0,003)*	-0,16 (±0,001)*
Papuã	-0,13 (±0,01)*	-0,24 (±0,05)*	-0,30 (±0,04)*
Total	0,62 (±0,05)*	0,54 (±0,05)*	0,54 (±0,04)*
BRS Querência	-0,34 (±0,03)*	-0,31 (±0,01)*	-0,21 (±0,01)*
Papuã	-0,17 (±0,01)*	-0,25 (±0,01)*	-0,23 (±0,02)*
Total	0,49 (±0,03)*	0,44 (±0,01)*	0,55 (±0,02)*

* Diferença significativa pelo teste "T" (p<0,05). Valores entre parênteses representam o erro padrão da média.

CONCLUSÃO

De modo geral, as cultivares de arroz apresentam menor habilidade competitiva que o competidor papuã. A cultivar BRS Sinuelo CL foi menos competitiva que a BRS Querência. Houve competição entre as cultivares de arroz BRS Sinuelo CL e BRS Querência com o papuã, com redução na AF e na MS da cultura e da planta daninha.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo auxílio financeiro a pesquisa processo n.: 483564/2010-9 e pelas concessões de bolsas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIANCHI, M. A. et al. Proporção entre plantas de soja e plantas competidoras e as relações de interferência mútua. **Ciência Rural**, Santa Maria/RS, v.36, n.5, p.1380-1387, 2006.

COUSENS, R. Aspects of the design and interpretation of competition (interference) experiments. **Weed Technology**, Champaign, v.5, n.3, p.664-673, 1991.

FLECK, N. G. et al. Competitividade relativa entre genótipos de arroz irrigado e biótipo de arroz-vermelho. **Planta Daninha**, Viçosa/MG, v.26, n.1, p.101-111, 2008.

GALON, L. et al. Habilidade competitiva de genótipos de cevada convivendo com azevém. **Planta Daninha**, Viçosa/MG, v.29, n.4, p.771-781, 2011.

HARPER, J.L. **The population biology of plants**. London: Academic Press, 1977. 275p.

RIGOLI, R. P. et al. Habilidade competitiva relativa do trigo (*Triticum aestivum*) em convivência com azevém (*Lolium multiflorum*) ou nabo (*Raphanus raphanistrum*). **Planta Daninha**, Viçosa/MG, v.26, n.1, p.93-100, 2008.

HERBICIDAS ALTERNATIVOS PARA CONTROLE DE CAPIM-ARROZ RESISTENTE AO HERBICIDA IMAZAPIR+IMAZAPIC

Joice Fernanda Lübke Bonow¹; Fabiane Pinto Lamego²; André Andres³; Luis Antonio de Avila⁴; Rodrigo Pestana⁵; Eduardo Ancinello Nogueira⁵; Klaus Egewarth⁵

Palavras-chave: *Echinochloa crusgalli*, acetolactato sintase, arroz-irrigado.

INTRODUÇÃO

A interferência negativa imposta pelas plantas daninhas é um fator que limita o potencial produtivo da cultura do arroz irrigado. O capim-arroz (*Echinochloa crusgalli*) é uma das principais infestantes na lavoura de arroz irrigado que ocorre com grande frequência e distribuição em todas as regiões produtoras, sendo considerada uma das principais plantas daninhas que infestam as lavouras de arroz irrigado no Sul do Brasil (ANDRES et al., 2007). Uma planta de capim-arroz por metro quadrado pode reduzir o rendimento de grãos de arroz entre 5 a 22%, variando conforme a cultivar semeada e a época do início da irrigação (GALON et al., 2007). Sendo esta infestante altamente competitiva, devido à sua adaptação a ambientes alagados, alta produção de sementes por planta, de crescimento rápido e via fotossintética-C₄ (MARAMBE; AMARASINGLE, 2002).

A introdução da tecnologia Clearfield®, cuja cultivar de arroz irrigado apresenta um gene mutante que possibilita o uso de herbicidas até então não seletivos ao arroz irrigado, como imazapir+imazapic, inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS), para controle de arroz-vermelho (*Oryza sativa*) e capim-arroz. A pressão de seleção provocada pela utilização repetida destes herbicidas inibidores da ALS tem favorecido o surgimento de biótipos de capim-arroz resistentes a este grupo de químico de herbicida na cultura do arroz irrigado no Sul do Brasil (MARIOT et al., 2010). Assim, torna-se necessário avaliar herbicidas com diferentes mecanismos de ação para o controle destes biótipos resistentes.

O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência de herbicidas não inibidores da enzima ALS no controle de biótipos de capim-arroz resistentes.

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de capim-arroz utilizadas no experimento foram coletadas na safra agrícola de 2013/14. Um total de 45 biótipos foram coletados em áreas de lavoura comerciais com suspeita de resistência nos municípios de Pelotas, Capão do Leão, Rio Grande, Santa Vitória do Palmar e Jaguarão no estado do Rio Grande do Sul.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Embrapa Clima Temperado na Estação Experimental de Terras Baixas, inicialmente os biótipos foram semeados em copos com capacidade de 750 mL com seis repetições para realizar um *screening* inicial e estudo de curva dose-resposta para determinação da resistência (dados não apresentados). Os três biótipos selecionados (2 resistentes e 1 suscetível) foram submetidos a aplicação dos herbicidas alternativos.

Para a realização do experimento na casa de vegetação, utilizou o delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições. Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial, onde o primeiro fator foi constituído de 3 biótipos de capim-arroz: suscetível (GL1) e resistentes (J5 e IP1) e, o segundo fator, da aplicação na dose de registro (limite superior) dos herbicidas com diferentes mecanismos de ação (Tabela 1). A aplicação dos herbicidas foi realizada quando as plantas de capim-arroz se encontravam no estágio fenológico com 3-4 folhas, com auxílio de um pulverizador costal pressurizado por CO₂ equipado com barra

¹ Engenheira Agrônoma, Universidade Federal de Pelotas, Av. Eliseu Maciel - 265, joicef.agronomia@gmail.com

² Eng^o. Agr^o., Dr^a., Pesquisadora da Embrapa Pecuária Sul.

³ Eng^o. Agr^o., Dr., Pesquisador da Embrapa Clima Temperado.

⁴ Eng^o. Agr^o., Ph.D. Professor do Departamento de Fitossanidade da Universidade Federal de Pelotas.

⁵ Estudante de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas.

munida de quatro pontas de jato plano do tipo leque, série 110.02, espaçadas 50 cm, calibrado para aplicar um volume de calda de 140 L. ha⁻¹.

Tabela 1- Mecanismo de ação dos herbicidas, grupo químico, ingrediente ativo e dose dos herbicidas aplicados em pós-emergência para controle de biótipos de *Echinochloa crusgalli*. UFPE/EMBRAPA, Pelotas-RS, 2015.

Mecanismo de ação	Grupo químico	Ingrediente ativo	Dose* (g i.a. ha ⁻¹)
Inib. da ALS	Imidazolinonas	Imazethapyr+imazapic	56,2 +18,7
Inib. da ALS	Imidazolinonas	Imazapyr+imazapic	73,5+35,0
Inib. da ALS	Pirimidiniloxibenzoico	Bispyribac-sodium	50,0
Inib. da ALS	Triazolopirimidina	Penoxsulam	57,6
Inib. da ACCase	Ariloxifenoxipropionato	Cyhalofop-p-butyl	315,0
Inib. da ACCase	Ciclohexanodiona	Profoxydim	170,0
Inib. da ACCase	Ciclohexanodiona	Clethodim	240,0
Mim. de Auxinas	Ác. Quinolínico	Quinclorac	375,0
Inib. da EPSPS	Glicina substituída	Glyphosate	1440,0

*Utilizou os adjuvantes: Dash[®] (0,5% v/v) para os herbicidas imazethapyr+imazapic e imazapyr+imazapic; Assist[®] (0,5% v/v) para o herbicida Clethodim e Quinclorac; Assist[®] (0,3% v/v) para o herbicida Profoxydim; Veget Oil[®] (3 L ha⁻¹) para o herbicida Cyhalofop-p-butyl, Veget Oil[®] (1 L ha⁻¹) para o herbicida Penoxsulam, e o espalhante adesivo (0,25% v/v) para herbicida Bispyribac-sodium.

A avaliação do controle de plantas visual foi realizada aos 14 e 28 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA), considerando plantas controladas aquelas que apresentavam plantas necrosadas. Para a avaliação da massa da matéria seca da parte aérea (MMSPA), as plantas foram coletadas aos 28 DAA e secas em estufas a 70°C por sete dias. Os dados obtidos foram analisados quanto a sua homocedasticidade, e posteriormente submetidos à análise de variância (p≤0,05). Ocorrendo significância estatística, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância foi significativa para a variável controle de biótipos de *Echinochloa crusgalli*, com interação entre os fatores biótipos e herbicidas (Tabela 2). Aos 14 DAA, o biótipo suscetível (GL1) apresentou efeitos dos herbicidas, sendo pronunciados para os herbicidas imazapyr+imazapic, profoxydim, clethodim, quinclorac e glyphosate. Para os biótipos resistentes (IP1 e J5) apenas profoxydim, clethodim e glyphosate mostraram eficiência nesta primeira data de avaliação. Os demais herbicidas avaliados apresentaram percentual similar de controle, sendo que as plantas de capim-arroz mostraram intermediários sintomas em relação a testemunha sem aplicação.

Aos 28 DAA, os herbicidas cyhalofop-p-butyl, profoxydim, clethodim, quinclorac e glyphosate foram eficientes no controle do biótipo resistente IP1. No entanto, os herbicidas inibidores da ALS (imazethapyr+imazapic, imazapyr+imazapic, bispyribac-sódico e o penoxsulam) foram ineficientes no controle. Mesmo resultado foi constatado para o biótipo resistente J5, exceto para o herbicida quinclorac.

Tabela 2- Porcentagem no controle de plantas de biótipos de *Echinochloa crusgalli* suscetível (GL1) e resistentes (J5 e IP1) ao herbicida imazapyr + imazapic com herbicidas alternativos avaliado aos 14 e 28 dias após aplicação dos tratamentos. UFPel/EMBRAPA, Pelotas-RS, 2015.

Tratamentos	14 DAA			28 DAA		
	GL1	J5	IP1	GL1	J5	IP1
Testemunha	A 0 d	A 0 g	A 0 f	A 0 e	A 0 e	A 0 e
Imazethapyr+imazapic	A 40 c	B 31 f	B 26 e	A 73 d	B 10 d	C 0 e
Imazapyr+imazapic	A 91 a	B 40 e	B 50 b	A 100 a	C 18 c	B 29 c
Bispyribac-sodium	A 71 b	B 50 d	B 47cd	A 100 a	B 31 b	C 6 d
Penoxsulam	A 60 b	B 31 f	A 54 c	A 90 c	B 2 e	B 1 e
Cyhalofop-p-butyl	A 66 b	A 77 c	A 78 b	B 95 b	A 100 a	B 90 b
Profoxydim	A 93 a	A 99 ab	A 95 a	B 95 b	A 100 a	A 100 a
Clethodim	A100 a	A 100 a	A 100 a	A 100 a	A 100 a	A 100 a
Quinclorac	A 95 a	B 32 f	B 40 d	A 100 a	B 0 e	A 100 a
Glyphosate	A100 a	B 93 b	A 100 a	A 100 a	A 100 a	A 100 a
Média	72	55	59	85	46	53
C.V. (%)		11,7			4,3	

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e médias antecedidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Na avaliação da MMSPA realizada aos 28 DAA (Tabela 3), o biótipo GL1 apresentou redução nesta variável para todos os herbicidas avaliados, todavia, o controle total foi observado para imazapyr+imazapic, bispyribac-sodium, clethodim, glyphosate e quinclorac. Para o biótipo J5, a produção de matéria seca da parte aérea foi praticamente nula para plantas aspergidas por cyhalofop-p-butyl, profoxydim, clethodim e glyphosate, porém quando utilizou-se os inibidores da ALS, mimetizadores de auxinas, houve pequena na redução na MMSPA, sugerindo que para este biótipo a presença de resistência a herbicidas cruzada e múltipla. Para o biótipo IP1, houve uma redução da MMSPA em 24% para o herbicida imazapyr+imazapic quando comparado com a testemunha, no entanto, essa diferença significativa não impediu o desenvolvimento da planta e a produção de sementes deste biótipo (dados não apresentados).

Plantas aspergidas pelos herbicidas bispyribac-sodium e penoxsulam também apresentaram resistência e produziram significativamente matéria seca. Parcelas com os herbicidas profoxydim, clethodim, quinclorac e glyphosate não produziram matéria seca. Neste estudo, os biótipos GL1 e IP1 foram controlados pelo herbicida cyhalofop-p-butyl (95 e 90%, respectivamente), mas na avaliação destrutiva aos 28 DAA ainda houve produção matéria seca das plantas.

Estes resultados indicam que a aplicação de herbicidas inibidores da enzima ALS, de três diferentes grupos químicos, não controlaram satisfatoriamente o biótipo resistente (IP1), sugerindo que este apresenta resistência cruzada. Biótipos de capim-arroz resistentes ao grupo das imidazolinonas já foram identificados em diversos municípios no Rio Grande do Sul, como Bagé, São Gabriel, Camaquã, Arroio Grande, Rio Grande e Tubarão (MARIOT et al., 2010). Nessas regiões, o uso contínuo dos herbicidas em lavouras de arroz irrigado que possuem o mesmo mecanismo de ação, favoreceu a seleção dos biótipos resistentes.

No caso do biótipo J5, o tratamento com quinclorac também não foi eficiente para o seu controle. Biótipos com resistência ao quinclorac também foram encontrados através de escapes em lavouras do Sul do Brasil no ano de 1999 (MEROTTO JR. et al., 2004), desde então, os casos envolvendo resistência de capim-arroz a este herbicida aumentaram. Para o biótipo J5, que possivelmente apresenta dois tipos de resistência, o manejo de plantas daninhas na cultura do arroz irrigado torna-se mais complexo, visto que as opções de herbicidas para controle químico diminuem. Neste estudo apenas os herbicidas, seletivos, inibidores da enzima acetil coenzima A carboxilase (ACCase) aplicados em pós-emergência foram capazes de controlar o biótipo resistente. Uma restrição no uso de herbicidas para

controle de capim-arroz, no caso dos inibidores da enzima ALS e dos mimetizadores de auxinas, podem comprometer a execução de eficiente manejo de plantas daninhas em arroz irrigado, podendo comprometer ainda a rentabilidade das lavouras de arroz irrigado.

Tabela 3- Massa da matéria seca da parte aérea (g planta⁻¹) avaliada aos 28 dias após a aplicação dos herbicidas alternativos em de biótipos de *Echinochloa crusgalli* suscetível (GL1) e resistentes (J5 e IP1) ao herbicida imazapyr + imazapic. UFPel/EMBRAPA, Pelotas-RS, 2015.

Tratamentos	GL1	J5	IP1
Testemunha	A 2,5 a	A 2,4 a	A 2,3 a
Imazethapyr+imazapic	A 2,1 b	A 2,2 c	A 2,2 a
Imazapyr+imazapic	B 0,0 d	A 2,1 c	B 1,8 b
Bispyribac-sodium	C 0,0 d	B 2,2 c	A 2,3 a
Penoxsulam	B 2,0 c	A 2,4 b	B 2,0 ab
Cyhalofop-butyl	A 2,0 c	B 0,0 d	A 1,5 b
Profoxydim	A 2,0 c	B 0,0 d	B 0,0 c
Clethodim	A 0,0 d	A 0,0 d	A 0,0 c
Quinclorac	B 0,0 d	A 2,4 a	B 0,0 c
Glyphosate	A 0,0 d	A 0,0 d	A 0,0 c
Médias	1,1	1,4	1,2
C.V. (%)		12,1	

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e médias antecedidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey (p≥0,05).

CONCLUSÃO

Herbicidas inibidores da enzima ACCase como cyhalofop-p-butyl, profoxydim e clethodim, herbicidas inibidores da EPSPS, como glyphosate, e herbicida mimetizador de auxina como quinclorac são eficientes no controle de biótipos de capim-arroz resistentes a herbicidas inibidores da ALS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRES, A. et al. Detecção da resistência de capim-arroz (*Echinochloa spp.*) ao herbicida quinclorac em regiões orizícolas do Sul do Brasil. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 221-226, Março 2007.
- GALON, L. et al. Estimativa das perdas de produtividade de grãos em cultivares de arroz (*Oryza sativa*) pela interferência do capim-arroz (*Echinochloa spp.*). **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, p.697-707, outubro 2007.
- MÁRAMBE, B.; AMARASINGHE, L. Propanil-resistant barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*), Seedling growth under different temperatures and control. **Weed Biology and Management**, New York, v. 2, n. 4, p. 194-199, september 2002.
- Disponível em: <[http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1445-6664](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1445-6664)>. Acesso em: 13 jun. 2015.
- MARIOT, C.H.P. et al. Resistência múltipla e cruzada de capim-arroz aos herbicidas na cultura de arroz no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. **Anais...**Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Ciência de Plantas Daninhas, 2010. p. 1455-1459.
- MEROTTO JR. et al. Resistência de *Echinochloa sp* a quinclorac. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. **Anais...**Londrina: Sociedade Brasileira de Ciência de Plantas Daninhas, 2004. p. 1232-1236.

IDENTIFICAÇÃO DA TAXA DE FECUNDAÇÃO CRUZADA E PROLIFICIDADE DE *Echinochloa crus-galli*.

PISONI, A.¹; RAFAELI, R. S.²; COSTA, E.²; MENEGAZ, C.²; DALAZEN, G.³, KASPARY, T.³, LAUX, D.²; MEROTTO, A.⁴

Palavras-chave: Capim-arroz, fluxo gênico, produção de sementes

INTRODUÇÃO

O capim-arroz (*Echinochloa spp.*) é uma das plantas daninhas mais problemáticas de lavouras de arroz irrigado do sul do Brasil. Esta planta possui resistência aos herbicidas imidazolinonas através do incremento de metabolização e devido a ocorrência de alteração do local de ação causada pelas mutações Ser653 e Trp574 no gene ALS, além de populações contendo os dois mecanismos de resistência (Matzenbacher *et al.*, 2014).

Em plantas cuja reprodução é predominantemente sexuada a dispersão de grãos de pólen durante a fase reprodutiva possui grande relevância na evolução da resistência aos herbicidas. Este sistema de fecundação está associado, ao fluxo gênico e possibilita a dispersão do alelo de resistência para plantas suscetíveis (Latta *et al.*, 1998). A quantificação do fluxo gênico pode permitir a estimativa do epicentro da resistência a herbicidas, a comparação relativa da origem da resistência relacionada a fluxo gênico ou evolução independente e previsões da distribuição de futuras características de resistência (Smith *et al.*, 2015)

A informação sobre a taxa de fecundação cruzada em capim-arroz nas condições do sul do Brasil não é existente. Esta informação é importante, pois a quantificação do fluxo gênico pode permitir uma estimativa sobre a facilidade de dispersão da resistência quando originada por mutação no local de ação e sobre a possibilidade de empilhamento de genes menores relacionados ao incremento da metabolização do herbicida (Smith *et al.*, 2015).

Assim como para a dispersão da resistência pelo fluxo de pólen, a produção e dispersão de sementes constitui um dos principais mecanismos para o aumento da frequência inicial de indivíduos resistentes em áreas agrícolas. Um conhecimento profundo da biologia do capim-arroz é fundamental para a concepção de programas eficazes de gestão de resistência. A produção de sementes é uma importante característica para determinação da dinâmica populacional de plantas daninhas em longo prazo (Davis *et al.*, 2003), sendo este um caráter de alta plasticidade e dependente das condições e locais de cultivo, disponibilidade de nutrientes, fotoperíodo e densidade de plantas. Valores de produção de sementes podem variar de 2.000 a 40.000 por planta (Holm *et al.*, 1977).

Os objetivos deste trabalho foram identificar a taxa de fecundação cruzada e a ocorrência de hibridização em capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*), além de estimar a produção de sementes das mesmas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado a campo na Estação Experimental da Empresa Oryza & Soy localizada em Palmares do Sul, RS. A resistência aos herbicidas do grupo químico imidazolinonas foi utilizada como marcador para a quantificação do fluxo gênico em *E. crus-galli*. As plantas doadoras de pólen corresponderam a um biótipo com resistência a estes herbicidas relacionada a ocorrência da mutação Trp574 no gene ALS. As plantas receptoras de pólen corresponderam a um biótipo suscetível aos herbicidas imidazolinonas. As plantas homozigotas resistentes e suscetíveis foram germinadas e cultivadas em casa de vegetação até o estágio de cinco a seis folhas, quando foram então transplantadas para o campo. O experimento constituiu-se por quatro áreas, sendo que em cada uma foram transplantadas 20 plantas resistentes (doadoras de pólen) e 12 plantas suscetíveis (receptoras de pólen) a

1 Eng. Agrônomo, UFRGS, Rua Santos Dumont, Centro, 175, Tuparendi, ale_pisoni@yahoo.com.br

2 Bolsista de iniciação científica FAURGS, UFRGS

3 Me. Agronomia, UFRGS.

4 Dr Ecology Weed Science, UFRGS

uma distância de 1m entre plantas. Cada área experimental foi constituída por 12 repetições, sendo estas as 12 plantas receptoras utilizadas na coleta de sementes e posterior avaliação de sobrevivência e vigor.

As sementes foram colhidas individualmente por planta a cada cinco dias. A fim de determinar o número de sementes a serem avaliadas no ensaio de fecundação cruzada, foram considerados os seguintes parâmetros para a determinação do tamanho da amostra: frequência de fluxo gênico de 0,01, poder de 0,85 e 5% de nível de confiança que resulta na necessidade de avaliação de 2.242 sementes (Jhala *et al.*, 2011).

A identificação da ocorrência de fecundação cruzada foi realizada após a semeadura e crescimento das plântulas em casa de vegetação. Quando as plantas atingiram de 3-4 folhas aplicou-se o herbicida imazetapir na dose de $106 \text{ g ha}^{-1} + 0,5\% \text{ v/v}$ de Dash. A aplicação foi realizada em câmara de aplicação pressurizada com CO_2 , com vazão de 200 L/ha. As avaliações foram realizadas ao final de 21 dias após a aplicação (DAA), onde as plantas sobreviventes foram consideradas resistentes aos herbicidas imidazolinonas e portadoras de alelos heterozigotos do gene ALS advindos do parental doador. Além disto, as plantas sobreviventes foram quantificadas em classes através de avaliações visuais de acordo com suas características de vigor ao final de 21 DAA, onde, plantas pertencentes a escala 1 constituem plantas normais, escala 2 são plantas normais de crescimento reduzido e escala 3 são plantas anormais de crescimento reduzido.

A percentagem de fecundação cruzada foi calculada dividindo o número de plântulas que sobreviveram à aplicação do herbicida pelo total de plântulas avaliadas para cada área.

O número total de sementes coletados por planta ao final do experimento foi utilizado para estimativa da quantidade total de sementes produzidas por planta de capim-arroz da espécie *E. crus-galli*. Esta estimativa foi realizada por meio da pesagem de quatro repetições de 200 sementes para cada planta da qual foi coletada sementes (10 repetições). Os dados foram submetidos a análise de normalidade e a análise de variância foi realizada pelos pressupostos da ANOVA através de teste Tukey a 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em um total de 10.000 plantas avaliadas nas quatro áreas em que o experimento foi conduzido foram encontradas 346 plantas resistentes, o que resultou em uma taxa de fluxo gênico média de 3,46% (Tabela 1). A taxa de fecundação cruzada intraespecífica variou significativamente entre as quatro áreas avaliadas, apresentando desde 2,96% (área D) até 4,41% de fecundação cruzada (área C), sendo este o maior valor observado.

TABELA 1. Resultados das contagens de plantas sobreviventes para determinação do nível de fecundação cruzada e produção de sementes de *Echinochloa crus-galli*. Porto Alegre, RS, 2015.

Área	Total de plantas avaliadas	Nº de plantas sobreviventes	Taxa de fecundação cruzada (%)	Nº médio de sementes/planta
A	2.500	78	3,11b	20.251b*
B	2.500	74	3,37ab	20.927ab
C	2.500	128	4,41a	21.060ab
D	2.500	66	2,96b	23.107a
MÉDIA GERAL	10.000	346	3,46	21.336
CV (%)			14.12	10,52

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Resultados semelhantes foram recentemente observados também para *E. crus-galli*, onde detectou-se 3,22% (2010) e 4,47% (2011) de fluxo gênico com as plantas a uma distância de 0,5 m entre si, diminuindo exponencialmente a distâncias maiores (0,01% a 50m) (Bagavathiannan & Norsworthy, 2014). Sabe-se que o fluxo gênico (via pólen) é um processo dependente de vários fatores, como sincronismo floral, elevada compatibilidade, abundância de vetores e métodos de difusão de pólen, distância de movimentação do pólen e condições ambientais apropriadas para polinização cruzada (Carpenter *et al.*, 2002). Estes

fatores podem explicar as variações observadas entre as diferentes áreas conforme descrito acima. Taxas variadas de fecundação cruzada dentro de biótipos da mesma espécie também foram observadas em plantas de arroz, oscilando de 0,01 a 52% dependendo das condições ambientais e de cultivo, das características inerentes aos biótipos, da época de florescimento e da distância entre plantas (Langevin *et al.*, 1990; Shivrain *et al.*, 2009).

A produção de sementes também representa uma relevante estratégia do capim arroz para perpetuação da espécie e simultaneamente com o fluxo de pólen constitui uma das mais importantes estratégias de dispersão da resistência a herbicidas. A produção de sementes por planta variou de 20.251 até 23.107 sementes (Tabela 1). A produção de sementes da espécie *E. crus-galli* é variável dependendo principalmente das condições de cultivo, densidade das plantas, e condições do meio, sendo que em estudo realizado a campo no Sul dos Estados Unidos foi encontrado produção de 2.900 a 39.000 sementes por planta (Bagavathiannan *et al.*, 2011). No entanto, quando em condições ideais de crescimento obteve-se produções de até 1 milhão de sementes por planta (Mitich, 1990),.

Enfatizando-se a importância da taxa de fecundação cruzada e da produção de sementes de capim-arroz no aumento da frequência de indivíduos resistentes em áreas agrícolas, pode-se estimar de maneira simples o número de plantas daninhas resistentes na área a partir dos resultados obtidos no presente estudo. Uma área agrícola com a presença de apenas uma planta de capim arroz contendo resistência a herbicidas devido a presença de um gene nuclear dominante, já no primeiro ano de desenvolvimento poderia produzir mais de 23 mil plantas resistentes oriundas de suas sementes. Além disso, caso ocorra fluxo gênico para 50 plantas suscetíveis, presentes no entorno da mesma, através da taxa de fecundação cruzada de 3,46 e uma quantidade de sementes produzidas por planta de até 23.000, poder-se-ia observar o surgimento de 39.790 plantas contendo o gene de resistência oriundo de fluxo gênico.

Foram observadas variações morfológicas resultantes da aplicação do agente selecionador dentre as 346 plantas sobreviventes (Tabela 2). Em relação às diferenças de vigor observadas nas plantas sobreviventes, foram encontradas desde plantas apresentando desenvolvimento normal, sendo classificadas como pertencendo a classe, até plantas de tamanho reduzido e apresentando desenvolvimento estrutural anormal (Classe 3).

TABELA 2. Número de plantas sobreviventes a aplicação de imazetapir em função das classes de vigor. Porto Alegre, RS, 2015.

Classificação	Número de plantas
CLASSE 1	84 b*
CLASSE 2	107 ab
CLASSE 3	155 a
CV (%)	21.36

*Valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

As variações observadas nos fenótipos das plantas sobreviventes podem ser decorrentes de inúmeros fatores, como variabilidade genética relacionada a genes de detoxificação, absorção e translocação e variação da atividade da enzima ALS, ou ainda fatores relacionados a variação ambiental como diferente quantidade interceptada do herbicida entre as plantas.

No caso da resistência mediada pelo citocromo P450, a resistência é de origem poligênica, sendo que avaliações através de uma única dose do herbicida tornam-se mais complexa porque os indivíduos desta população são geneticamente variáveis, podendo, após o fluxo gênico, observar-se a presença de genes de resistência “empilhados”. Em situações, onde a variação fenotípica é sustentada por variação genética aditiva, a recombinação dessa variação através de fluxo gênico, por exemplo, pode levar a um rápido e variável aumento na resistência (Preston, 2003). Possivelmente este estado de

heterozigose ligada aos genes relacionados com a metabolização do herbicida pode ter proporcionado variações no GR50 das plantas sobreviventes, apresentando diferentes graus de sensibilidade a uma mesma dose de herbicida aplicado.

Mesmo com as frequências de fluxo gênico observadas sendo relativamente baixas, pode haver consequências evolutivas significativas em populações não selecionadas, pois os níveis de fluxo gênico detectados no presente estudo são tipicamente maiores do que a frequência inicial esperada de um determinado alelo de resistência a herbicida em uma população de plantas daninhas antes da seleção (1×10^{-6}), resultando em um aumento exponencial do número de plantas resistentes dentro de uma população.

CONCLUSÃO

A taxa de fluxo gênico média na espécie de capim arroz *E. crus-galli*, nas condições do presente estudo é de 3,46%.

A produção de sementes de *E. crus-galli* pode chegar a 23.107 sementes por planta, quando cultivadas em condições de campo a uma densidade de 1 planta/m². Estes fatores caracterizam a importância do fluxo gênico para a dispersão da resistência a herbicidas em capim-arroz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAGAVATHIANNAN, M. V., *et al.* Seed production of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in response to time of emergence in cotton and rice. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 150, n. 6, p. 717-724, 2011.
- BAGAVATHIANNAN, M. V.; NORSWORTHY, J. K. Pollen-mediated transfer of herbicide resistance in *Echinochloa crus-galli*. **Pest Management Science**, USA, v. 70, n. 9, p. 1425-1431, September 2014.
- BUSI, R., *et al.* Genetic control of a cytochrome P450 metabolism-based herbicide resistance mechanism in *Lolium rigidum*. **Heredity**, New York, v. 106, n. 5, p. 817-824, 2011.
- CARPENTER, J., *et al.* **Comparative Environmental Impacts of Biotechnology-derived and traditional soybeans, corn, and cotton crops**. Council for Agricultural Science and Technology. Ames: Iowa, 2002.
- DAVIS, A., *et al.* Cropping system effects on giant foxtail (*Setaria faberi*) demography: II. Retrospective perturbation analysis. **Weed Science**, Lawrence, v. 51, n. 1, p. 930-939, 2003.
- HOLM, L. G., *et al.* Ed. 1. **The World's Worst Weeds: Distribution and Biology**. Honolulu, USA: University Press of Hawaii, 1977.
- JHALA, A. J., *et al.* Pollen-mediated gene flow in flax (*Linum usitatissimum* L.): can genetically engineered and organic flax coexist? **Heredity**, New York, v. 106, n. 1, p. 557-566, 2011.
- LONGVIN, S. A., *et al.* The incidence and effects of hybridization between cultivated rice and its related weed red rice (*Oryza sativa* L.). **Evolution**, USA, v. 44, n. 4, p. 1000-1008, 1990.
- LATTA, R. G., *et al.* Direct and indirect estimates of seed versus pollen movement within a population of Ponderosa pine. **Evolution**, USA, v. 52, n. 1, p. 61-67, 1998.
- MATZENBACHER, F. O. *et al.* Distribution and analysis of the mechanisms of resistance of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) to imidazolinone and quinclorac herbicides. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, In Press, July 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S0021859614000768>.
- MITICH, L. W. Intriguing world of weeds: barnyardgrass. **Weed Technology**, USA, v. 4, n. 1, p. 918-920, 1990.
- PRESTON, C. Inheritance and Linkage of Metabolism-Based Herbicide Cross-Resistance in Rigid Ryegrass (*Lolium rigidum*). **Weed Science**, Lawrence, v. 51, n. 1, p. 4-12, 2003.
- SHIVRAIN, V. K. *et al.* Factors affecting the outcrossing rate between Clearfield (TM) rice and red rice (*Oryza sativa*). **Weed Science**, Lawrence, v. 57, n. 4, p. 394-403, 2009.
- SMITH, C., *et al.* Experimental Methods to Study Gene Flow. **Weed Science**, Lawrence, v. 63, n. 1, p. 12-22, 2015.

IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES DO GÊNERO *Echinochloa* ATRAVÉS DE DESCRITORES MORFOLÓGICOS E MOLECULARES

Everton D. Bortoly¹, Rogério Rubin², Carlos H. P. Mariot², Augusto Kalsing², Valmir G. Menezes³,
Catarine Markus¹, Aldo Merotto Jr.¹

Palavras-chave: Capim-arroz, filogenia, marcadores moleculares, panícula

INTRODUÇÃO

Várias espécies do gênero *Echinochloa* estão entre as principais plantas daninhas de arroz que ocorrem em todo o mundo. As principais espécies deste gênero apresentam grande variabilidade morfológica e plantas com características intermediárias que dificultam a identificação taxômica de espécie. Esse problema resultou na denominação do complexo *Echinochloa* em alguns estudos. No entanto, esta generalização tem causado grandes problemas em relação ao registro de herbicidas, a necessidades específicas de indicações de práticas de manejo que favorecem o estabelecimento de uma determinada espécie e às determinações de ocorrência de biótipos resistentes que ocorrem em relação a uma determinada espécie em detrimento de duas ou mais espécies do gênero *Echinochloa*.

As principais chaves taxonômicas de identificação das espécies do gênero *Echinochloa* são de Pirola (1965), Pignatti (1982), Pfitscher & Barreto (1976), Carretero (1981), Kissmann (1991) e Tabacchi et al. (2006). A identificação das espécies de capim-arroz através destas chaves taxonômicas é dificultada devido elevada semelhança morfológica existente entre as espécies (Aoki & Yamaguchi, 2008). As técnicas de biologia molecular têm apresentado novas possibilidades para estudos taxonômicos em muitas espécies que são semelhantes morfológicamente, como por exemplo, capim-arroz. Uma dessas técnicas é o uso de marcadores moleculares universais que possibilitam analisar as variações ocorridas no DNA e, através disto, estabelecer associações entre indivíduos. Os principais marcadores de cpDNA são as regiões entre trnT(UGU) – trnL(UAA), trnL(UAA), trnL(UAA) – trnF(GAA) e o íntron trnL (Pirie et al., 2007) e de regiões do DNA ribossomal nuclear como os espaçadores de transcrito interno (ITS) (Aoki & Yamaguchi, 2008). Estes marcadores geram informações empregadas em análises filogenéticas capazes de apresentar as relações de distinção entre populações e espécies com maiores propriedades do que baseadas em marcadores morfológicos.

O objetivo deste estudo foi identificar descritores morfológicos e moleculares e estabelecer as relações filogenéticas em populações de capim-arroz de forma a proporcionar a correta identificação das espécies do gênero *Echinochloa* ocorrentes em áreas de arroz irrigado no Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

O material vegetal inicial consistiu de 187 acessos de capim-arroz, sendo avaliadas 10 plantas por acesso. O crescimento das plantas foi realizado em vasos, mantidos com lâmina de água de aproximadamente cinco centímetros acima do nível do solo. Após atingirem o estágio reprodutivo, as plantas foram avaliadas em relação as características morfológicas discriminantes segundo as chaves taxonômicas de Carretero (1981), Pirola (1965), Pfitscher & Barreto (1976) e Kissmann (1991).

¹UFRGS, Porto Alegre/RS, Av. Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre, RS. CEP 91501-970. Email: edbortoly@yahoo.com.br; ²Dow AgroSciences Ind. Ltda, São Paulo, SP; ³Oryza & Soy Pesquisa e Consultoria Agronomica LTDA, Porto Alegre, RS.

A análise molecular foi realizada em 29 acessos avaliados na análise morfológica que apresentaram maiores variações em relação às características morfológicas, e na espécie *E. phyllopogon*. Os *primers* universais usados foram baseados em regiões não codificadas do intron *trn* em relação às regiões *trnT*(UGU) - *trnL*(UAA) (*primers* A e B) e *trnL*(UAA) - *trnF*(GAA) (*primers* C e F) descritos por Taberlet *et al.* (1991). Ainda, foram utilizados *primers* ITS que amplificam regiões do DNA nuclear ribossomal (nrDNA) denominados de ITS-Y4 e ITS-Y5 descritos em Aoki & Yamaguchi (2008). As reações da polimerase em cadeia foram adaptadas de Yamaguchi (2005). Os sequenciamentos de DNA foram realizados através do equipamento 3730XL.

As sequências obtidas foram editadas e alinhadas pelo programa Mega versão 5.1, URL (<http://www.megasoftware.net/mega.php>). As sequências dos *primers* A e B foram alinhadas com as sequências AB223072 de *E. crus-galli*, AB223083 de *E. colona* e AB223059 de *E. oryzicola*. Para os *primers* C e F utilizaram-se as sequências AB223104 e AB223134 de *E. crus-galli*, AB223115 e AB223145 de *E. colona* e AB223091 e AB223121 de *E. oryzicola*. Do mesmo modo, as sequências dos *primers* ITS foram alinhadas com as sequências AB353389 de *E. crus-pavonis* e AB353391 de *E. colona*. A análise de agrupamento foi realizada usando o método UPGMA através do programa Mega 5.1.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estrutura da ramificações da panícula foi consistente para diferenciação de *E. crus-galli* e *E. crus-pavonis* (Tabela 1). A presença de múltiplos antécios na ramificação da panícula é característica de *E. crus-pavonis*. A presença de cerdas longas (maior que 4 mm) na ramificação da panícula é característica identicadora de *E. crus-galli* (Tabela 1). A largura do antécio (conjunto lema, pálea e cariopse/semente) pode ser utilizada na diferenciação de *E. crus-galli* e *E. crus-pavonis*, onde a espécie *E. crus-galli* apresenta largura do antécio de 1,2 a 2 mm e a espécie *E. crus-pavonis* apresenta largura inferior a 1,2 mm (Tabela 1). A característica usualmente mais empregada na diferenciação das espécies de capim-arroz pelos produtores e técnicos é a arista. A espécie *E. colona* foi a mais uniforme em relação a esta variável, sendo que todos os acessos classificados como pertencendo a essa espécie eram desprovidos de aristas. Porém, a espécie *E. crus-galli* apresentou acessos desprovidos de aristas bem como presença com vários comprimentos (Tabela 1).

A sequência amplificada pelo primer *trnA/trnB* e *trnC/trnF* em relação a deleção de A ou G é característico de *E. colona*, e a inserção de A ou G em *E. crus-galli* e *E. crus-pavonis* (Tabela 1). Esta mesma sequência também proporcionou a separação destas espécies em função da ocorrência de polimorfismo T e T em *E. colona* e T e T em *E. crus-galli* e *E. crus-pavonis* (Tabela 1). Estes resultados indicaram a fácil diferenciação entre *E. colona* e as outras espécies e dificuldade de diferenciar *E. crus-galli* de *E. crus-pavonis* (Tabela 1). As espécies *E. crus-galli* e *E. crus-pavonis* apresentaram apenas duas mutações diferenciais. Nas sequências analisadas, para todas as demais espécies o nucleotídeo encontrado é uma timina, para a espécie *E. crus-galli* este alterou para guanina e em outra região ocorreram duas alterações de adenina para timina (Tabela 1).

A Análise filogenética com base nas sequências de cpDNA e ITS diferenciou os acessos analisados em relações as espécies coletas *E. colona*, *E. crus-pavonis*, *E. crus-pavonis* e *E. helodes*, e destes em relação as demais espécies *E. phyllopogon*, *E. oryzoides* e *E. esculenta* (dados não apresentados).

Tabela 1 - Resumo dos principais descritores morfológicos e moleculares diferenciais entre as espécies de *E. colona*, *E. crus-galli* e *E. crus-pavonis*.

Espécie/Descritor	<i>E. colona</i>	<i>E. crus-galli</i>	<i>E. crus-pavonis</i>
Ilustração da ramificação da panícula			
Comprimento da ramificação da panícula	Menor que 1,5cm	Entre 1,5cm e 1,9cm	Maior que 2cm e Menor que 3cm
Presença de antécios (pálea, lema e semente) na ramificação da panícula		Um	Múltiplos
Comprimento do Antécio	2,0cm	Maior que 2,5 e Menor que 3cm	
Cerdas na ramificação da panícula		Múltiplas com comprimento de 4 a 7 mm	Ausentes ou com comprimento de até 3mm
Largura do Antécio	1,3cm	Maior que 1,2cm e Menor que 2cm	Menor que 1,2cm
Presença de Aristas	Ausente	Ausente ou presente variando de 0,5 a 3cm	Presente variando de 0,3 a 0,5cm
Coloração de estruturas da planta	Predominante-mente Verde	Verde, Verde Escuro e Verde-arroxado	Roxo intenso
Primer trnA/trnB e trnC/trnF	Deleção de duas sequencias repetidas de TCTTAATTATTAA em <i>E. colona</i> , <i>E. crus-galli</i> ou <i>E. crus-pavonis</i> em relação a <i>E. phylopogon</i>		
Primer trnA/trnB e trnC/trnF	Deleção de A ou G	Inserção de um nucleotídeos A ou G	
Primer trnA/trnB e trnC/trnF	Nucleotídeos T e G	Nucleotídeos T e T	
Primer trnA/trnB e trnC/trnF	Nucleotídeo T Nucleotídeo A	Nucleotídeo G Nucleotídeo T	Nucleotídeos T Nucleotídeos A

CONCLUSÃO

A avaliação morfológica apresentou grande variabilidade tanto de características vegetativas como reprodutivas dificultando a utilização das chaves taxonômicas para vários acessos. A largura do antécio menor que 1,2 cm, ramificação da panícula com várias sementes e cerdas curtas e coloração roxa presente em todos os estágios da planta são característicos da espécie *E. crus-pavonis*, em relação a *E. crus-galli*. A sequência de nucleotídeos de cpDNA indicou a ocorrência de duas mutações difenciais entre as espécies *E. crus-galli* e *E. crus-pavonis* que podem ser utilizadas para discriminação destas espécies. O conjunto de descritores morfológicos relacionados ao comprimento da ramificação da panícula, número, comprimento e largura do antécio, cerdas na ramificação da panícula e presença de aristas, e moleculares relacionados a vários SNPs e indels resultantes da amplificação com os primers trnA/trnB e trnC/trnF possibilitam a identificação precisa das espécies de capim-arroz *E. colona*, *E. crus-galli* e *E. crus-pavonis* ocorrentes em lavouras de arroz irrigado no Sul do Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOKI, D.; YAMAGUCHI, H. Genetic relationship between *Echinochloa crus-galli* and *Echinochloa oryzicola* accessions inferred from internal transcribed spacer and chloroplast DNA sequences. **Weed Biol. Manag.**, Oxford, v. 8, n. 4, Dec., p. 233-242, 2008.
- CARRETERO, J. L. El genero *Echinochloa* en el Grande Suroeste de Europa. **An. Jard. Bot.**, Madrid, v. 38, n. 1, p. 91–108, 1981.
- KISSMANN, K. G. **Plantas Infestantes e Nocivas**. São Paulo: Basf Brasileira S.A, Indústria Química, 1991. p. 390-404.
- PFITSCHER, E. M.; BARRETO, I. L. As espécies do gênero *Echinochloa* (Graminae) ocorrentes no Rio Grande do Sul. **Anuário Técnico do IPZFO**, Porto Alegre – RS, v. 3, p. 245-289, Jul., 1976.
- PIGNATTI, S. **Flora d'Italia**. Bologna: Ed. Agricole, 1982. p. 2324. v. 3 p. 2324.
- PIROLA, A. Appunti per il riconoscimento delle Echinocloe italiane (Giavone). **Il Riso**, n. 14, p. 607-609. 1965.
- PIRIE, M. D. et al. Ancient paralogy in the CPDNA trnL-F region in Annonaceae: Implications for plant molecular systematics. **Am. J. Bot.**, St. Louis, v. 94, n. 6, Jun., p. 1003-1016, 2007.
- TABACCHI, M. et al. Morphological traits and molecular markers for classification of *Echinochloa* species from Italian rice fields. **Weed Sci.**, Lawrence, v. 54, n. 6, Nov.-Dec., p. 1086-1093, 2006.
- TABERLET P. et al. Universal primers for amplification of three non-coding regions of chloroplast DNA. **Plant Mol Biol.**, Dordrecht, v. 17, n. 5, p. 1105–1109, 1991.
- YAMAGUCHI, H. et al. A molecular phylogeny of wild and cultivated *Echinochloa* in East Asia inferred from non-coding region sequences of trnT-L-F. **Weed Biol. Manag.**, Oxford, v. 5, n. 4, p. 210-218, 2005.

IDENTIFICAÇÃO DE GENES CANDIDATOS A REFERÊNCIA PARA NORMALIZAÇÃO EM RT-qPCR EM PLANTAS DE ARROZ E ARROZ-VERMELHO EM COMPETIÇÃO

Claudia de Oliveira ¹; Daiane de Pinho Benemann ²; Marcos André Nohatto ³; Jessica Gomes da Silva ⁴,
Dirceu Agostinetto ⁵

Palavras-chave: *Oryza sativa*, interferência, PCR em tempo real

INTRODUÇÃO

Genes de controle interno (genes de referência) são comumente utilizados para normalizar RT-qPCR e para reduzir possíveis erros gerados na quantificação da expressão do gene, a qual é obtida através da comparação dos níveis de expressão em amostras analisadas do gene de interesse e de genes constitutivos de controle estável (PAOLACCI et al., 2009).

É provável que um ou mais genes sejam expressos de forma constitutiva através de um órgão específico, em um ambiente específico (ANDERSEN et al., 2004). Deste modo, a seleção e validação sistemática de genes de referência deve ser realizada antes de todas as análises de RT-qPCR (GUTIERREZ et al., 2008).

Geralmente são escolhidos como normalizadores genes que se encontram envolvidos em processos celulares básicos, como manutenção da estrutura celular e metabolismo primário (CZECOWSKI et al., 2005). Com o intuito de avaliar a estabilidade de expressão de genes normalizadores, vários algoritmos foram desenvolvidos nos últimos anos, dentre eles aqueles usados nos programas geNorm, NormFinder, BestKeeper e o método comparativo de CT (SILVER et al., 2006). O algoritmo do programa NormFinder identifica o melhor gene normalizador entre um grupo de genes candidatos com base em sua estabilidade de expressão. Este algoritmo avalia a variação total de expressão dos genes candidatos através da soma de 94 variância (ANDERSEN et al., 2004).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi analisar a expressão de dez 11 genes constitutivos e identificar normalizadores com expressão estável para estudos de expressão gênica por RT-qPCR em arroz e arroz-vermelho em competição sob diferentes doses de nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se experimento no Centro de Herbologia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas (CEHERB/FAEM/UFPel), localizada no Município de Capão do Leão – RS, em delineamento completamente casualizado, arranjado em esquema fatorial, sendo o fator A composto por diferentes combinações do cultivar de arroz IRGA 424 e de biótipo de arroz-vermelho, variando-se as proporções relativas de plantas por vaso (sem (100:0) e com (50:50) competição); e, o fator B constituído de doses de nitrogênio adicionadas ao solo (0, 120 e 240 kg N ha⁻¹). Aos 60 dias após a emergência, foi coletada a parte aérea das plantas, sendo armazenada a -80°C até o momento da extração de RNA total e análise molecular.

O RNA total foi extraído das folhas do arroz cultivado e do arroz-vermelho com a utilização do reagente PureLink™ (Plant RNA Reagent – Invitrogen™), obedecendo as

¹ Engº Agrº, Doutoranda em Fitossanidade, FAEM/UFPel.oliveirac.agro@gmail.com..

² Bióloga. Pós-doutoranda em Fitossanidade FAEM/UFPel

³ Engº Agrº, Dr.em Fitossanidade, FAEM/UFPel.

⁴ Graduanda de agronomia. FAEM/UFPel.

⁵ Engº Agrº, Dr. Professor do Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, FAEM/UFPel.

recomendações do fabricante. A obtenção dos cDNAs foi realizada com uso do Kit comercial SuperScript First-Strand System para RT-qPCR (Invitrogen™), segundo recomendações do fabricante. A quantidade e qualidade dos RNAs foram avaliadas por eletroforese em gel de agarose 2% (p/v). A quantidade e a pureza do RNA foram determinadas utilizando um espectrofotômetro NanoDrop™ 2000 (Thermo Scientific), com razões 260/280nm no intervalo de 1,9 a 2,2 e 260/230 nm em torno de 2,0 considerado como aceitável para uso em RT-qPCR.

Para os genes de referência, foram selecionados 11 genes, citados na literatura em trabalhos de arroz, utilizados como controle interno nas análises de RT-qPCR e que, supostamente não apresentaram variação significativa entre os tratamentos analisados. Os genes utilizados foram: actina (ACT), Fator de alongamento de Eucarioto1- α (Eef-1 α), Fator de iniciação de eucarioto 4- α (eLF-4a), Gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase (GAPDH), Ubiquitina-conjugada enzima E2 (UBC-E2), ubiquitina 5 (UBQ5), ubiquitina 10 (UBQ10), RNA ribossômico 18S (18S), β -Tubulina, cyclophilin e aquaporina (TIP41).

Para a reação de amplificação foi utilizado volume total de 12 μ L, contendo 6,25 μ L de LightCycler® 480 SYBR Green I Master (Roche Applied Science), 0,5 μ M de primer (10mM), 1 μ L de cDNA (0,2 μ g) e água em quantidade para completar o volume final. As condições de amplificação foram de acordo com as instruções do fabricante, sistema LightCycler 480 (Roche Applied Science). Todas as reações foram realizadas em triplicata para cada amostra de cDNA. A pureza do amplicon foi assumida quando produzido um único pico de fusão.

A eficiência da PCR foi obtida a partir de quatro diluições seriadas de cDNA (1:1; 1:5; 1:25 e 1:125) para gerar a curva padrão de cada par de primer testado. O valor de E foi estimado pela equação $E = 10^{(-1/\text{slope})}$ (RASMUSSEN, 2001), sendo considerados aceitáveis valores de eficiência entre 1,8 e 2,2, para os genes de referência.

A estabilidade média de expressão (M) dos genes normalizadores foi avaliada pela ferramenta RefFinder (disponível no site <http://www.leonxie.com>), a qual integra o algoritmo computacional geNorm (VANDESOMPELE et al., 2002). Posteriormente, foram obtidas informações adicionais referentes a média (X), desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) de cada gene candidato a referência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A eficiência de amplificação dos primers de referência foi calculada individualmente a partir do logaritmo (Log) das diluições de cDNA, para a cultura e a planta daninha. A diluição mais adequada para amplificação das amostras foi de 1:25 e as eficiências variaram entre 1,5 a 2,87 para arroz e 1,82 a 3,45 para arroz-vermelho. Para ambos os competidores, os genes endógenos 18S, cyclophilin, Eef-1 α , eLF-4a, GAPDH, UBC-E2, UBQ5 e UBQ10 tiveram sua eficiência dentro do esperado (entre 1,8 e 2,2), portanto foram utilizados para o teste da estabilidade, para o mais estável ser utilizado juntamente com o gene alvo.

De acordo com o algoritmo do programa NormFinder o qual analisa ambas as variações intra e intergrupos, o gene candidato para arroz, que possui menor valor de M foi o cyclophilin (0,70) seguido de UBC-E2 (M=0,81) (Figura. 1). Já, os maiores valores de M ficaram com GAPDH (M=2,11) seguido de 18S (M=1,85). O mesmo foi observado em arroz-vermelho, onde os genes UBC-E2 (M=0,41) e cyclophilin (M=0,49) foram os mais estáveis, enquanto que 18S (M=2,34) e UBQ10 (M=1,23) foram os menos estáveis (Figura 2).

Para avaliar a estabilidade de expressão dos genes de referência, além da análise com o programa NormFinder, também foi calculada e comparada análise de variância. Foi analisado os valores de coeficiente de variação (CV), desvio padrão (DP) e média (X) dos genes de referência de arroz e arroz-vermelho que apresentaram eficiência entre 1,80 e 2,20. Para a cultura, foi observado que UBC-E2, UBQ10 e eLF-4a apresentam os menores valores de CV (3,39; 4,14 e 3,45, respectivamente) e DP (0,94; 1,03 e 1,08, respectivamente), enquanto para a planta daninha UBC-E2, UBQ5 e eLF-4a, apresentaram menor CV (1,34; 1,57 e 2,18, respectivamente) e menor DP (0,38; 0,42 e 0,60, respectivamente), indicando maior

estabilidade de expressão destes genes (Tabela 1). O valor da média expressa no número de ciclos necessários para amplificação dos genes, para o arroz se observou variação de 18,08 (18S) a 32,92 (UBQ 10) e para o arroz-vermelho a variação foi de 18,61 (18S) a 30,30 (eLf-4a), todos os genes amplificaram antes do ciclo 35 o que é o indicado para a técnica.

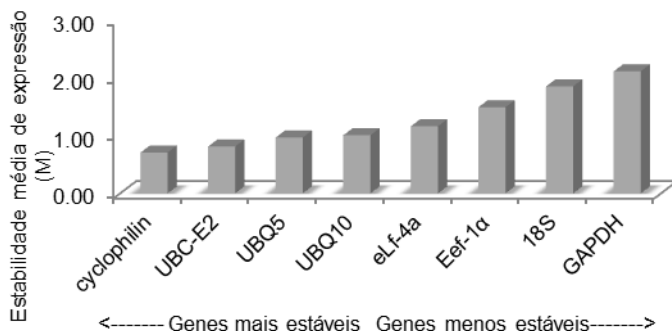


Figura 1. Estabilidade média de expressão (M) de acordo com o algoritmo NormFinder, de oito genes candidatos a referência para arroz em competição com arroz-vermelho, nas diferentes proporções e em diferentes doses de nitrogênio. FAEM/UFPEL, 2014.

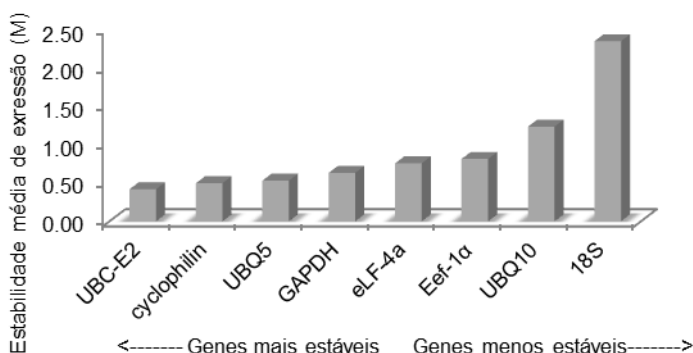


Figura 2. Estabilidade média de expressão (M) de acordo com o algoritmo NormFinder, de oito genes candidatos a referência para arroz-vermelho em competição com arroz, nas diferentes proporções e em diferentes doses de nitrogênio. FAEM/UFPEL, 2014.

A determinação de um gene normalizador adequado para estudo de expressão gênica é o primeiro passo para análise do padrão de expressão relativa de genes alvo de interesse, conferindo caráter confiável aos resultados obtidos. De acordo com os critérios de aceitação

geral, o gene de referência ideal é expresso de forma estável (ou com pequena variação na expressão) entre os conjuntos de amostras investigadas e tem nível de expressão comparável à do gene alvo (ANDERSEN et al., 2004). Genes de referência apropriados já foram identificados para muitas culturas, especialmente para as plantas modelo (CZECHOWSKI et al., 2005), porém, poucos genes de referência foram validados para as plantas daninhas.

Tabela 2. Coeficiente de variação (CV%), desvio padrão (DP) e média geral (X) de oito genes endógenos, para a cultura do arroz (A) e para arroz-vermelho (AV) em competição. FAEM/UFPel, 2014.

		18S	cyclophilin	Eef-1a	Elf-4a	GAPDH	UBC-E2	UBQ5	UBQ10
CV	A	10,40	4,49	11,69	3,45	8,99	3,29	5,44	4,14
	AV	9,41	2,63	2,51	2,18	2,96	1,34	1,57	3,11
DP	A	1,88	1,34	3,74	1,08	2,46	0,94	1,35	1,03
	AV	1,75	0,78	0,75	0,60	0,77	0,38	0,42	0,76
X	A	18,08	29,92	32,01	31,30	27,41	28,79	27,00	32,92
	AV	18,61	30,00	29,94	30,30	26,24	28,63	26,90	24,52

Com base nos resultados de eficiência, análise de variância e estabilidade média de acordo com o NormFinder, foi selecionado para o arroz e arroz-vermelho o gene normalizador UBC-E2. Estes resultados serão de grande importância para estudos de normalização em RT-qPCR nas condições testadas. A enzima de conjugação de ubiquitina (UBC, E2) e um dos três principais componentes do sistema de ubiquitinação, esta enzima liga a ubiquitina (Ub) a um substrato. A ubiquitinação está envolvida em muitos processos importantes, como o crescimento das plantas, o desenvolvimento, a regulação hormonal, a floração e resposta ao estresse biótico e abiótico (DREHER & CALLIS 2007).

CONCLUSÃO

O gene de referência mais estável, para a cultura do arroz e para arroz-vermelho em competição, sob diferentes doses de nitrogênio é o UBC-E2.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro do DECIT/SCTIE-MS, por intermédio do CNPq e da FAPERGS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSEN, C.L.; JENSEN, J.L.; ORNTOFT, T.F. Normalization of real-time quantitative reverse transcription-PCR data: A model-based variance estimation approach to identify genes suited for normalization, applied to bladder and colon cancer data sets. **Cancer Research**. v.64, p.5245–5250, 2004.
- CZECHOWSKI, T. et. al. Genome-Wide Identification and Testing of Superior Reference Genes for Transcript Normalization in Arabidopsis. **Plant Physiology**, v.139, p.5–17, 2005.
- DREHER, K.; CALLIS, J. Ubiquitin, hormones and biotic stress in plants. **Annals of Botany**, v.99, p.787–822, 2007.
- GUTIERREZ, L. et.al. Towards a systematic validation of references in real-time RT-PCR. **Plant Cell**. v.20, p.1734–1735, 2008.
- PAOLACCI, A.R. et. al. Identification and validation of reference genes for quantitative RT-PCR normalization in wheat. **BMC Molecular Biology**, v.10, p.11, 2009.
- RASMUSSEN, R.P. Quantification on the Light Cycler. In: MEUER, S.; WITTEWER, C.T.; NAKAGAWARA, K. Rapid Cycle Real-time PCR, Methods and Applications. 1ªed. Springer Press, Heidelberg, 2001 pp 21-34.
- SILVER, N. et. al. Selection of housekeeping genes for gene expression studies in human reticulocytes using real-time PCR. **BMC BMC Molecular Biology**, v.7, p.33-42, 2006.
- VANDESOMPELE, J. et al. Accurate normalization of real-time quantitative RT-PCR data by geometric averaging of multiple internal control genes. **Genome Biology**, v.3, p.1-11, 2002.

INFLUÊNCIA DA IDADE PÓS-COLHEITA SOBRE A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE CAPIM-ARROZ E AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA NESTA ESPÉCIE

COSTA, E.¹; RAFAELI, R. S.²; PISONI, A.³; MATTEI, M. D.²; MENEGAZ, C.²; LAUX, D.²; TRAPP, S.²; GUSBERTI, P.²

Palavras chave: *Echinochloa crus-galli*, viabilidade, porcentagem de germinação.

INTRODUÇÃO

O capim-arroz (*Echinochloa spp.*) é considerado uma das plantas daninhas mais problemáticas em lavouras de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.) do sul do Brasil. Esta espécie é uma das plantas daninhas mais importantes do mundo (HEAP, 2014), estando presente como espécie infestante em diversas culturas (HOLM *et al.*, 1991). As sementes de capim-arroz apresentam longa viabilidade, podendo ter 100% de germinação mesmo após sete anos de armazenamento, e até 90% de germinação após três anos no solo (KISSMANN, 1997).

As sementes de capim-arroz apresentam diferentes taxas de germinação, devido principalmente à ocorrência de dormência, permitindo que ocorra a germinação em determinados períodos do ano, refletindo na sensibilidade da semente aos fatores ambientais, sendo esta uma característica evolutiva favorável em especial às plantas daninhas.

A dormência pode ser o resultado de várias interações entre pericarpo e outras estruturas envoltórias da semente e o próprio embrião, podendo ocorrer desde limitações físicas até bloqueios metabólicos em diversas rotas e mecanismos. A manutenção da dormência depende das condições pós-colheita às quais são submetidas (DELATORRE, 1999). Segundo Li & Foley (1996), as condições pós-colheita podem facilitar a degradação de polipeptídeos associados à dormência, ou induzir, ou ativar proteínas requeridas para rápida degradação de RNAs associados à dormência. A dormência de sementes, aliada à capacidade de persistir viável no solo, dificulta o controle da espécie, facilitando a contínua realimentação do banco de sementes do solo. Além disso, a dormência de sementes de capim-arroz dificulta a realimentação de experimentos devido a dificuldade de obtenção da germinação das sementes, o que necessita a avaliação do efeito de diferentes métodos de quebra de dormência.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da idade pós-colheita sobre a germinação de sementes de capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*) e a resposta destas aos diferentes métodos de superação da dormência.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Utilizou-se quatro lotes de sementes da espécie *Echinochloa crus-galli*, os quais foram armazenados até o momento das avaliações em ambiente controlado (25 °C/escuro). O delineamento experimental foi o completamente casualizado, com os tratamentos organizados em esquema fatorial, com quatro repetições de 100 sementes por placa de petri. O fator A correspondeu a quatro diferentes idades pós-colheita (2 anos, 1 ano, 2 meses e 1 dia) e o fator B aos 15 tratamentos de superação da dormência.

Os quatro lotes de sementes foram submetidos aos seguintes tratamentos de superação de dormência: Testemunha (T1): as sementes foram transferidas para placas de petri contendo uma camada de papel filtro e 7 ml de água destilada; Ácido giberélico (GA₃) (T2): foram avaliados quatro formas de exposição das sementes ao GA₃, sendo T2_a: submersão em solução de GA₃ a 0,05 % por 24 horas; T2_b: submersão em solução de GA₃

1 Bolsista de iniciação científica FAURG, UFRGS, Rua Santos Dumont, Centro, 175, Tuparendi, manodecosta@hotmail.com

2 Bolsista de iniciação científica FAURG, UFRGS

3 Eng. Agrônomo, UFRGS.

a 0,10 % por 24 horas; T2_c: submersão em solução de GA₃ a 0,05 % até o final das avaliações; T2_d: submersão em solução de GA₃ a 0,10 % até o final das avaliações; KNO₃ + temperatura (T3): armazenamento em solução de KNO₃ a 0,2 % por 24 horas e posterior lavagem com água destilada e transferência para placas de petri contendo papel filtro e 7 ml de água destilada, onde foram mantidas à temperatura de 5 °C durante 7 dias; Água quente (T4): submersão em água a 40 °C durante 24 horas; H₂SO₄ (T5): submersão em H₂SO₄ (96%) por 3 minutos (T5_a) ou 5 minutos (T5_b) e posteriormente lavagem com água destilada; Alta temperatura (T6): acondicionamento em estufa com ventilação de ar a 40 °C durante 7 dias; Baixa temperatura (T7): armazenamento em placas de petri contendo papel filtro e 7 ml de água a 5 °C por 7 dias; Submersão em água (T8): submersão em água durante 24 horas; Choque térmico (T9): armazenamento durante 7 dias a 5 °C e posterior transferência para estufa com ventilação de ar a 40 °C por 48 horas; Submersão + KNO₃ (T10): submersão em solução de KNO₃ a 0,2 % (T10_a) ou 0,4 % (T10_b), onde permaneceram até o final das avaliações;

Com exceção dos tratamentos T2_c, T2_d, T10_a e T10_b, o restante das amostras, após serem submetidas aos devidos tratamentos, foram transferidas para placas de petri contendo papel filtro esterilizado e 7 ml de água destilada, e posteriormente levadas para ambiente controlado a 25 °C e luz constante.

Realizaram-se contagens diárias das sementes germinadas a fim de determinar o índice de velocidade de germinação (IVG) conforme metodologia descrita por Maguire (1962) e ao final das contagens determinou-se o percentual de germinação (G). As avaliações foram conduzidas durante 20 dias após as sementes serem submetidas aos tratamentos de superação de dormência. Ao final das avaliações as sementes restantes foram avaliadas através do teste topográfico de tetrazólio adaptado de MAPA (2009) para *Urochloa* spp., a fim de determinar a viabilidade das sementes que não germinaram.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas avaliações de porcentagem de germinação, foram observadas diferenças significativas tanto entre os tratamentos para superação da dormência como entre as diferentes idades pós-colheita das sementes submetidas aos testes (Tabela 1). As sementes cujos períodos pós-colheita foram mais prolongados (2 anos e 1 ano) apresentaram os maiores valores em percentual de germinação em relação as sementes recém colhidas (2 meses; 1 dia). Olatoye & Hall (1973) citam que em sementes recém-colhidas, a entrada de água nos tecidos dificulta a absorção de oxigênio. Com o armazenamento da semente seca por um determinado período, ocorre a difusão do O₂ para o interior da semente, determinando a redução na quantidade de inibidores da germinação e favorecendo a superação a dormência.

As sementes armazenadas por 1 ou 2 anos não apresentaram resposta aos métodos de superação de dormência, uma vez que não diferiram da testemunha. Para esses lotes de sementes, a grande maioria dos tratamentos, incluindo a testemunha, apresentaram germinação superior a 90%. A única exceção foi para sementes de 1 ano que permaneceram submersas em água durante 24 horas (T8), onde a porcentagem de germinação foi reduzida. Dessa forma, pode-se inferir que sementes de capim-arroz, após 1 ano apresentam elevada germinação.

Nas amostras colhidas 2 meses e 1 dia anterior às avaliações apenas quando as mesmas foram expostas por 7 dias a 40 °C (T6) houve incremento significativo do percentual de germinação, com 25,22% e 5,96% respectivamente. Observa-se que as sementes recém-colhidas de *Echinochloa crus-galli* possuem uma dormência primária, que pode ser superada por um período de armazenamento, como sugerido por Koller *et al* (1962). Destaca-se que a escarificação química das sementes (T5_a e T5_b) não promoveu aumento significativo da germinação nas sementes dos lotes de 2 meses e 1 dia, evidenciando a ausência de dormência física das mesmas.

TABELA 1. Porcentagem germinação de sementes de *Echinochloa crus-galli* em função da idade pós-colheita e métodos de superação da dormência. Porto Alegre, 2015.

TRATAMENTO	Período pós-colheita			
	2 ANOS	1 ANO	2 MESES	1 DIA
T1 - Testemunha	A 96,87 a**	A 90,62 a	B 0,00 b	B 0,00 b
T2 _a - GA ₃ 0,05% 24h	A 93,14 a	A 97,3 a	B 0,00 b	B 0,75 b
T2 _b - GA ₃ 0,10% 24h	A 97,02 a	A 98,01 a	B 0,75 b	B 0,25 b
T2 _c - GA ₃ 0,05% final	A 99,39 a	A 99,45 a	B 0,00 b	B 0,00 b
T2 _d - GA ₃ 0,10% final	A 98,31 a	A 97,27 a	B 0,00 b	B 0,00 b
T3 - KNO ₃ + temperatura	A 98,93 a	A 98,14 a	B 0,00 b	B 0,00 b
T4 - Água quente	A 98,77 a	A 93,43 a	B 0,00 b	B 0,50 b
T5 _a - H ₂ SO ₄ 3 min	A 92,12 a	A 95,01 a	B 0,00 b	B 0,00 b
T5 _b - H ₂ SO ₄ 5 min	A 98,98 a	A 96,24 a	B 2,06 b	B 0,00 b
T6 - Alta temperatura	A 98,37 a	A 97,04 a	B 25,22 a	C 5,96 a
T7 - Baixa temperatura	A 90,31 a	A 92,66 a	B 0,00 b	B 0,00 b
T8 - Submersão em água	A 96,15 a	B 80,08 b	C 0,00 b	C 0,00 b
T9 - Choque térmico	A 95,15 a	A 93,72 a	B 0,00 b	B 0,00 b
T10 _a - Submersão + KNO ₃ 0,2%	A 95,83 a	A 95,55 a	B 0,29 b	B 0,00 b
T10 _b - Submersão + KNO ₃ 0,4%	A 91,12 a	A 92,67 a	B 0,00 b	B 0,00 b
MÉDIA	96,03	94,48	1,89	0,50
CV (%)	9,56			

** Médias antecedidas pela mesma letra maiúsculas na linha ou seguidas de letras minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

As avaliações do IVG (Tabela 2) demonstraram que, na média dos tratamentos, as sementes armazenadas por maiores períodos de tempo (2 anos e 1 ano) apresentaram os maiores valores de IVG, de 9,59 e 9,45 respectivamente, quando comparadas às amostras colhidas 2 meses (0,10) e 1 dia antes da avaliação (0,05) (Tabela 2). Apenas as sementes de 1 ano de idade que foram submetidas à submersão em água por 24 horas (T8) diferiram estatisticamente dos demais tratamentos de superação da dormência, proporcionando a redução do IVG para 8,01, o que sugere que o tratamento por submersão em água por 24h pode não ser o mais adequado quando comparado aos demais tratamentos.

TABELA 2. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Echinochloa crus-galli* em função de sua idade pós-colheita e métodos de superação da dormência. Porto Alegre, 2015.

TRATAMENTO	Período pós-colheita			
	2 ANOS	1 ANO	2 MESES	1 DIA
T1 - Testemunha	A 9,68 a	A 9,06 a	B 0,00 a	B 0,00 a
T2 _a - GA ₃ 0,05% 24h	A 9,31 a	A 9,73 a	B 0,00 a	B 0,07 a
T2 _b - GA ₃ 0,10% 24h	A 9,72 a	A 9,81 a	B 0,07 a	B 0,02 a
T2 _c - GA ₃ 0,05% final	A 9,93 a	A 9,94 a	B 0,00 a	B 0,00 a
T2 _d - GA ₃ 0,10% final	A 9,83 a	A 9,72 a	B 0,00 a	B 0,00 a
T3 - KNO ₃ + temperatura	A 9,89 a	A 9,81 a	B 0,00 a	B 0,00 a
T4 - Água quente	A 9,87 a	A 9,34 a	B 0,00 a	B 0,00 a
T5 _a - H ₂ SO ₄ 3 min	A 9,21 a	A 9,51 a	B 0,00 a	B 0,00 a
T5 _b - H ₂ SO ₄ 5 min	A 9,59 a	A 9,62 a	B 0,21 a	B 0,00 a
T6 - Alta temperatura	A 9,84 a	A 9,71 a	B 2,52 a	B 0,59 a
T7 - Baixa temperatura	A 9,08 a	A 9,27 a	B 0,00 a	B 0,00 a
T8 - Submersão em água	A 9,63 a	B 8,01 b	C 0,00 a	C 0,00 a
T9 - Choque térmico	A 9,62 a	A 9,37 a	B 0,00 a	B 0,00 a
T10 _a - Submersão + KNO ₃ 0,2%	A 9,58 a	A 9,55 a	B 0,02 a	B 0,00 a
T10 _b - Submersão + KNO ₃ 0,4%	A 9,11 a	A 9,26 a	B 0,00 a	B 0,00 a
MÉDIA	9,59	9,45	0,19	0,05
CV (%)	7,67			

** Médias antecedidas pela mesma letra maiúsculas na linha ou seguidas de letras minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Apesar das poucas variações de IVG encontradas entre os tratamentos de superação de dormência, esta variável apresentou alta associação com os resultados de porcentagem de germinação, sendo observados os maiores valores para as sementes que apresentaram maiores germinação (1 e 2 anos) e valores inferiores para os grupos de sementes com menor porcentagem de germinação (2 meses e 1 dia).

As avaliações das sementes restantes, de todos os tratamentos de superação da dormência, através do teste topográfico de tetrazólio (dados não apresentados), demonstraram que em todos os tratamentos mais de 95% das sementes foram classificadas como viáveis, o que demonstra a presença de elevado grau de dormência em sementes recém-colhidas (2 meses e 1 dia).

A característica de alto e variável grau de dormência observado em sementes da espécie *E. crus galli* possui grande efeito no manejo desta planta daninha em áreas cultiváveis, pois apresenta ciclos de germinação variados assim como diferenças na duração da dormência das sementes, proporcionando maior persistência destas sementes no banco de sementes do solo, dificuldade de controle por métodos físicos, além de germinação desuniforme e contínua durante o ano, já que no banco de sementes encontram-se sementes novas (último ano), podendo ocorrer germinação de sementes de *E. crus galli* em diferentes fases e ciclos de cultivo nas lavouras durante o ano.

CONCLUSÕES

A idade das sementes após a colheita afeta significativamente o nível de dormência e consequentemente a porcentagem e velocidade de germinação das mesmas, sendo que quanto menor o intervalo decorrido entre a colheita das sementes e a avaliação das mesmas (0 dias após colheita) menor é a porcentagem de germinação destas.

Sementes de menor idade (2 meses; 1 dia) apresentam baixa porcentagem de germinação e IVG devido à presença de dormência primária e fisiológica, a qual é superada naturalmente durante o período de armazenamento (2 anos; 1 ano);

Sementes com 2 meses e 1 dia de idade pós-colheita apresentam aumento da germinação quando expostas a 40 °C durante 7 dias (T6).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil**. Passo Fundo: Bethier, 2009, 350p.
- DELATORRE, C.; Dormência em sementes de Arroz Vermelho. **Ciência Rural**, vol. 29, n.3, p. 565-571, 1999.
- HEAP, I. International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Disponível em: <<http://www.weedscience.org>>. acesso em: 10 de setembro de 2014.
- HEYDECKER, W. (Ed). **Seed Ecology**. 1.ed. Norwich, England: Pennsylvania State University, 1972. p. 23-249.
- HOLM, L.G., *et al.* **The World's Worst Weeds: Distribution and Biology**. 1.ed. The University Press of Hawaii, Florida, 1991. 609p.
- KISSMANN, K. G. **Plantas Infestantes e Nocivas**. São Paulo: BASF, Tomo I. 1997, 825p.
- KOLLER, D. *et al.* Seed germination. **Plant Physiology**, v.13, p. 437-464, 1962.
- LI, B.; FOLEY, M.E. Transcriptional and posttranscriptional regulation of dormancy-associated gene expression by afterripening in wild oat. **Plant Physiology**, v.110, n.1, p.1267-1273, 1996.
- MAGUIRE, J.D. Speed og germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, p.176-177, 1962.
- MAPA. **Regras para análise de sementes**.1.ed. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, 2009. 395p.
- OLATOYE, S. T.; HALL, M. A. Interaction of ethylene and light on dormant weed seeds. In: HEYDECKER, W. (Ed.). **Seed ecology**. University Park: Pennsylvania State University, 1973. p. 233-249.

LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DE PLANTAS DANINHAS EM ARROZ DE TERRAS BAIXAS IRRIGADO POR ASPERSÃO

Francisco de Assis Pujol Goulart¹; Ricardo de Mello Scalcon²; João Vítor Ail dos Santos²; Alex Cristiano Bartz²; Cleber Maus Alberto³; Carlos Eduardo Schaedler³

Palavras-chave: Fitossociologia, irrigação, *Oryza sativa*.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa*) está entre os três grãos mais produzidos no mundo, atrás somente do trigo e do milho, e integra a dieta básica de aproximadamente metade da população mundial (AGOSTINETO, 2001). O Estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor deste cereal no país, pois apresenta as condições edafoclimáticas adequadas para produção. Porém, mesmo assim, a produtividade média do estado de 7,5 t.ha⁻¹ (CONAB, 2014), está aquém da obtida em áreas experimentais que podem chegar até 14 t.ha⁻¹. Destaca-se na redução de produtividade de grãos de arroz, entre os fatores abióticos, o controle ineficiente de plantas daninhas (SCHAEDLER et al., 2013).

Em busca de um novo sistema de produção para o cultivo do arroz, a irrigação por aspersão surge com uma alternativa viável. Com esse método é possível obter uso racional da água, podendo diminuir em até sessenta por cento o custo com água para irrigação na cultura (STONE et al., 2001). No entanto, com a adoção desse novo sistema de irrigação, podemos criar novo ambiente para plantas daninhas que comumente se estabelecem em lavouras de arroz, pois, a lâmina de água que era utilizada para irrigação da cultura, também serve como método de controle de plantas daninhas (ZAMBERLAN et al., 2014). Com a extinção da mesma, poderemos ter a presença de plantas daninhas que se estabelecem em ambiente terrestre, além das que já se estabeleceriam também em meio aquático.

Com base no exposto, o objetivo do trabalho foi realizar o levantamento fitossociológico de plantas daninhas presentes na cultura do arroz irrigado submetido a diferentes níveis de irrigação por aspersão.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental da Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, localizada na cidade de Itaqui-RS, sendo a área destinada para cultivo de arroz irrigado. O preparo do solo para posterior implantação do experimento foi realizado no início do segundo semestre do ano de 2014, onde utilizou-se herbicida pré-emergente Glyphosate 360 g e. a. L⁻¹, para dessecação do local. A forma de irrigação estabelecida foi por aspersão, conforme a demanda da cultura (evapotranspiração da cultura – ETC) estimada para arroz de sequeiro, por motivo de não haver dados estimados para irrigação por aspersão para cultivares de arroz de terras baixas.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, sendo os tratamentos três lâminas de irrigação por aspersão (0%, 100% e 200% da ETC) com quatro repetições. A semeadura foi realizada no dia 17 de novembro de 2014, dentro do período recomendado para a cultura na região (SOSBAI, 2010).

O levantamento fitossociológico foi realizado próximo ao período de diferenciação da panícula do arroz, sendo que até o momento não havia sido realizado nenhum controle de plantas daninhas além da pré-semeadura. Para o estudo fitossociológico, adotou-se o método do quadrado inventário, aplicado por meio de quadrado de 0,25 m², lançado ao acaso 6 vezes em cada parcela. A partir da contagem das espécies presentes, foram

¹Graduando em agronomia, UNIPAMPA, Rua Luiz Joaquim de Sá Britto, s/n - Bairro: Promorar - Itaqui - RS - CEP: 97650-000. franciscogoulart91@gmail.com

²Graduando em agronomia, Universidade Federal do Pampa

³Professor adjunto, Universidade Federal do Pampa.

calculados os seguintes parâmetros fitossociológicos: frequência (F), frequência relativa (Fr), densidade (D) e densidade relativa (Dr), abundância (A), abundância relativa (Ar) e índice de importância relativa (IVR), de acordo com Mueller-Dombois & Ellenberg (1974). Também foi calculado o coeficiente de similaridade, segundo a fórmula proposta por Sorensen (1972).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 estão os valores do coeficiente de similaridade entre os tratamentos de irrigação por aspersão. O tratamento 0% e 200% foram os que apresentaram maior valor (0,96), isso demonstra que nestas áreas as espécies presentes são mais semelhantes em comparação com as observadas em 0 e 100%, e 100 e 200%. Embora o coeficiente de similaridade tenha sido elevado para os tratamentos 0% e 200%, o número de indivíduos no primeiro tratamento foi 12% e 36% menor, respectivamente em comparação ao tratamento de 100% do nível de irrigação por aspersão (Tabela 2).

Tabela 1. Coeficiente de similaridade dos levantamentos fitossociológicos realizados em diferentes níveis de irrigação por aspersão, Itaqui- RS, 2014/2015.

Tratamentos irrigação por aspersão	0%	100%	200%
0%	1	0,88	0,96
100%	-	1	0,92
200%	-	-	1

O número de espécies de plantas daninhas encontradas nos diferentes tratamentos testados, não apresentou elevada variação, com 12, 13 e 11 espécies distintas para os tratamentos 0, 100 e 200% de irrigação por aspersão, respectivamente (Tabela 2). Para o número de indivíduos, o tratamento de 100% de irrigação por aspersão, foi o que apresentou maior valor comparativamente aos tratamentos 0 e 200% (Tabela 2). Isso pode estar relacionado, com a condição se tornar favorável para espécies de plantas daninhas de hábito aquático e terrestre, em termos de disponibilidade de água para germinação e emergência das espécies de plantas daninhas presentes na área.

A espécie do gênero *Echinochloa* ssp. foi a mais frequente em todos os tratamentos testados. Os valores observados foram de modo crescente com 0,88, 0,96 e 1,00 para os tratamentos de 0, 100 e 200%, respectivamente (Tabela 2). Estes valores justificam pelo fato da espécie apresentar hábito de crescimento em ambientes aquáticos como o ambiente de arroz irrigado por inundação (AGOSTINETTO et al., 2007; AGOSTINETTO et al., 2010). A espécie *Sida* spp., foi a segunda com maior frequência para os tratamentos 0 e 100%; no entanto, foi a que apresentou valores contrários ao da *Echinochloa*. As frequências para os tratamentos de 0, 100 e 200% foram de 0,75, 0,71 e 0,42 respectivamente, para *Sida* spp (Tabela 2).

Em geral, os parâmetros fitossociológicos densidade, densidade relativa, abundância, abundância relativa e importância relativa foram maiores para as espécies *Echinochloa* spp., *Sida* spp. e *Aeschynomene* spp. para os três tratamentos observados. Por outro lado, as espécies que apresentaram menores valores para os mesmos parâmetros foram *Solanum sisymbriifolium*, *Eleusine indica* e *Richardia brasiliensis* (Tabela 2).

Para sistema de irrigação por aspersão, em áreas de cultivo de arroz por inundação, tem-se melhor uso sustentável de água para esta cultura (STONE et al., 2001). Entretanto, este sistema pode apresentar aspectos negativos relacionados a dinâmica populacional de espécies de plantas daninhas, podendo ocorrer espécies que normalmente não ocorrem, ou são controladas pelo uso da lâmina de água. Também, a condição do ambiente imposto pelo sistema, pode ser favorável em termos de aumento na germinação e emergência de plantas daninhas, o que pode explicar o elevado número de *Echinochloa* spp. neste trabalho.

Com isso, consequentemente aumento populacional de espécies daninhas que normalmente infestam áreas de arroz irrigado por inundação, bem como, surgimento de espécies que não ocorriam anteriormente nestas áreas, causando interferência negativa e dificultando o controle.

Tabela 2. Número de presença em quadrados (NQ), número de indivíduos (NI), frequência (F), frequência relativa (Fr), densidade (D), densidade relativa (Dr), abundância (A), abundância relativa (Ar) e índice de importância relativa (Ir) das espécies daninhas presentes nas áreas de cultivo de arroz de terras baixas irrigado por diferentes níveis de aspersão, Itaqui-RS, 2014/2015.

Espécies daninhas	NQ	NI	F	Fr (%)	D	Dr (%)	A	Ar (%)	Ir (%)
Irrigação por aspersão 0%									
<i>Echinochloa</i> spp.	21	82	0,88	23	54,7	40	3,90	20,5	83,5
<i>Oryza sativa</i>	7	11	0,29	8	7,3	5	1,57	8,24	21,2
<i>Cyperus</i> spp.	8	18	0,33	9	12,0	9	2,25	11,8	29,3
<i>Aeschynomene</i> spp.	14	22	0,58	15	14,7	11	1,57	8,24	34,2
<i>Sida</i> spp.	18	43	0,75	20	28,7	21	2,39	12,5	53,2
<i>Eragrostis plana</i>	7	12	0,29	8	8,0	6	1,71	8,99	22,5
<i>Digitaria sanguinalis</i>	4	4	0,17	4	2,7	2	1,00	5,24	11,6
<i>Urochloa plantaginea</i>	4	4	0,17	4	2,7	2	1,00	5,24	11,6
<i>Portulaca oleracea</i>	3	3	0,13	3	2,0	1	1,00	5,24	10,0
<i>Ipomoea</i> spp.	1	1	0,04	1	0,7	0	1,00	5,24	6,8
<i>Solanum sisymbirifolium</i>	2	2	0,08	2	1,3	1	1,00	5,24	8,4
<i>Panicum</i> spp.	3	2	0,13	3	1,3	1	0,67	3,50	7,7
Total			3,83				19,07		
Irrigação por aspersão 100%									
<i>Echinochloa</i> spp.	23	96	0,96	25	64,0	0,47	4,17	21,9	93,9
<i>Oryza sativa</i>	6	12	0,25	7	8,0	0,06	2,00	10,5	22,9
<i>Cyperus</i> spp.	10	20	0,42	11	13,3	0,10	2,00	10,5	31,2
<i>Aeschynomene</i> spp.	14	23	0,58	15	15,3	0,11	1,64	8,62	35,1
<i>Sida</i> spp.	17	49	0,71	18	32,7	0,24	2,88	15,1	57,6
<i>Eragrostis plana</i>	7	10	0,29	8	6,7	0,05	1,43	7,49	20,0
<i>Digitaria sanguinalis</i>	4	10	0,17	4	6,7	0,05	2,50	13,1	22,4
<i>Urochloa plantaginea</i>	1	1	0,04	1	0,7	0,00	1,00	5,24	6,8
<i>Portulaca oleracea</i>	2	3	0,08	2	2,0	0,01	1,50	7,87	11,5
<i>Ipomoea</i> spp.	1	1	0,04	1	0,7	0,00	1,00	5,24	6,8
<i>Richardia brasiliensis</i>	1	1	0,04	1	0,7	0,00	1,00	5,24	6,8
<i>Panicum</i> spp.	2	5	0,08	2	3,3	0,02	2,50	13,1	17,7
<i>Eleusine indica</i>	1	1	0,04	1	0,7	0,00	1,00	5,24	6,8
Total			3,71				24,63		
Irrigação por aspersão 200%									
<i>Echinochloa</i> spp.	24	80	1,00	26	53,3	0,39	3,33	17,5	82,8
<i>Oryza sativa</i>	4	6	0,17	4	4,0	0,03	1,50	7,87	15,2
<i>Cyperus</i> spp.	4	12	0,17	4	8,0	0,06	3,00	15,7	26,0
<i>Aeschynomene</i> spp.	12	19	0,50	13	12,7	0,09	1,58	8,30	30,7
<i>Sida</i> spp.	10	17	0,42	11	11,3	0,08	1,70	8,92	28,1
<i>Eragrostis</i> spp.	3	3	0,13	3	2,0	0,01	1,00	5,24	10,0
<i>Digitaria sanguinalis</i>	1	1	0,04	1	0,7	0,00	1,00	5,24	6,8
<i>Urochloa plantaginea</i>	1	1	0,04	1	0,7	0,00	1,00	5,24	6,8
<i>Portulaca oleracea</i>	4	5	0,17	4	3,3	0,02	1,25	6,56	13,4
<i>Ipomoea</i> spp.	2	3	0,08	2	2,0	0,01	1,50	7,87	11,5
<i>Panicum</i> spp.	1	1	0,04	1	0,7	0,00	1,00	5,24	6,8
Total			2,75				17,87		

CONCLUSÕES

Há baixa variação em números de espécies daninhas presentes no arroz irrigado em

diferentes níveis de irrigação por aspersão. A espécie *Echinochloa* spp. se destaca com maiores valores nos parâmetros fitossociológicos em todos tratamentos estudados, e aumenta seus valores de acordo com o aumento do nível de irrigação por aspersão.

O nível de 100% de irrigação por aspersão apresenta maior número de indivíduos. Irrigação por aspersão possibilita surgimento de espécies que não são normalmente encontradas em áreas de cultivo de arroz irrigado por inundação, como *Sida* spp., *Solanum sisymbirifolium* e *Richardia brasiliensis*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINETTO, D. et al. Arroz vermelho: ecofisiologia e estratégias de controle. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 2, p. 341-349, Abril, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782001000200026&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 08 de jun. 2015.
- AGOSTINETTO, D. et al. Interferência de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) na cultura do arroz irrigado (*Oryza sativa*) em função da época de irrigação. **Planta Daninha**, v.25, n.4, p.689-696, 2007.
- AGOSTINETTO, D. et al. Interferência e nível de dano econômico de capim-arroz sobre o arroz em função do arranjo de plantas da cultura. **Planta Daninha**, v.28, n.spe, p.993-1003, 2010.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. 6º Levantamento da safra de 2013/2014. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_03_12_08_41_24_boletim_graos_marco_2014.pdf>. Acessado em: 09 de jun. de 2015.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. Aims and methods of vegetation ecology. New York: John Wiley, 1974. 547 p.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI) Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Porto Alegre, RS: SOSBAI, 188p. 2010.
- SCHAEGLER, C. E. et al. Globe fringerush (*Fimbristylis miliacea*) cross resistance to ALS-Inhibitor herbicides under field conditions in irrigated rice in the south of Brazil. **Planta Daninha**, v. 31, n. 4, p. 893-902, 2013.
- SORENSEN, T. A. Method of establishing groups of equal amplitude in plant society based on similarity of species content. In: ODUM, E. P. Ecologia. 3.ed. México: Interamericana, 1972. p. 341-405.
- STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M.; MOREIRA, J. A. A.. Métodos de irrigação e uniformidade de aplicação de água. In: Pedro Marques da Silveira; Luís Fernando Stone. (Org.). Irrigação do feijoeiro. 1 ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001, v. , p. 79-138.
- ZAMBERLAN, J. F. et al. Manejo da irrigação por inundação contínua e seu efeito no controle de plantas invasoras em arroz irrigado. In: FÓRUM INTERNACIONAL ECOINOVAR, 3. 2014. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria,RS: Eixo temático: inovação e sustentabilidade, 2014.

LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DE PLANTAS DANINHAS NO INÍCIO E NO FINAL DO CICLO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO

Nunues, F. S¹; Schaedler, C. E².

Palavras-chave: Fitossociologia, *Oryza sativa*, infestação.

INTRODUÇÃO

Levantamento fitossociológico é um método de avaliação ecológica, utilizado com o objetivo de verificar e fornecer, de modo amplo, a composição e distribuição de espécies de plantas em uma comunidade vegetal. A fitossociologia é o estudo das comunidades vegetais do ponto de vista florístico e estrutural (BRAUN-BLANQUET, 1979). Estudos fitossociológicos comparam populações de plantas num determinado local. Neste sentido, a utilização do método para plantas daninhas, é uma ferramenta que permite fazer inferências sobre a flora em questão (ERASMO et al., 2004).

Para uma comunidade de plantas daninhas se estabelecerem em determinada área, condições climáticas do local, tipo de solo, e práticas culturais utilizadas, são fatores capazes de alterar a dinâmica de população de plantas. Além disso, pode também haver variação de uma região para outra nos diferentes sistemas de implantação da lavoura. A base para a formulação de uma eficiente proposta de controle é o conhecimento da população de plantas daninhas ocorrentes nas áreas de cultivo (ADEGAS et al., 2010).

Existem diferentes fatores que são responsáveis por perdas em produtividade no arroz irrigado, dentre esses, a presença de plantas daninhas aparece como um dos principais, podendo causar uma redução na produção de até 90% (ANDRES & MACHADO, 2004). As espécies daninhas que merecem destaque são arroz vermelho, por apresentar semelhança morfofisiológica (AGOSTINETTO, et al., 2001) e o capim arroz, por ocorrer em grande frequência e distribuição nas regiões produtoras deste cereal (GALON, et al., 2007).

Com base no que foi exposto, o objetivo desta pesquisa foi identificar e quantificar as principais plantas daninhas presentes na fase de crescimento inicial e de pré-colheita (final) na cultura do arroz irrigado por meio de levantamento fitossociológico realizado em duas propriedades no município de Itaquí-RS.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em duas áreas no município de Itaquí-RS, para obtenção do diagnóstico adequado sobre a situação da infestação de plantas daninhas na cultura do arroz irrigado. Nos meses de novembro e dezembro de 2013 foram coletadas as primeiras amostras para a avaliação do período de crescimento inicial. Nessa época, ainda não havia sido aplicado herbicida e nem entrada de água na lavoura, sendo que o período entre semeadura e a primeira coleta aconteceu entre 20 e 25 dias após semeadura. Já a outra época de coleta denominada período de pré-colheita, aconteceu em fevereiro e março. Na granja Fonte Rica as coletas foram realizadas, em novembro (inicial) e em fevereiro (final) e na granja Angico, em dezembro (inicial) e em março (final). As plantas daninhas foram identificadas e quantificadas pelo método do quadrado inventário (BRAUN-BLANQUET, 1979), em que foi utilizado um quadrado de 1,0 x 1,0 m para demarcar aleatoriamente as duas áreas amostradas no interior da lavoura, totalizando 10 amostragens aleatórias em uma área de ½ hectare, em cada uma das áreas de coletas.

Após cada coleta, as plantas daninhas foram levadas ao laboratório da Universidade Federal do Pampa - Campus Itaquí, onde foram realizadas identificações das famílias e espécies identificadas por LORENZI (2006).

¹ Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Pampa, fran_santiagonunes@hotmail.com

² Professor, Universidade Federal do Pampa, carlosschaedler@unipampa.edu.br

Além da quantificação das espécies e do total dos indivíduos por área amostrada, foram ainda calculados os seguintes parâmetros fitossociológicos propostos por MUELLER-DOMBOIS & ELLEMBERG (1974): Frequência(F), Frequência Relativa(Fr), Densidade(D), Densidade Relativa(Dr), Abundância(A), Abundância Relativa(Ar), Índice de importância relativa(Ir).

Também foi calculado o coeficiente de similaridade, segundo a fórmula proposta por Sorensen (1972).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira avaliação realizada na granja Fonte Rica (inicial), a espécie *Digitaria horizontalis* destacou-se com maior número de indivíduos, sendo encontrada em todas as amostras coletadas (Tabela 1). Por outro lado, as espécies *Aeschynomene denticulata*, *Echinochloa crus-galli* (L.) e *Sagittaria montevidensis*, foram as espécies menos expressivas, ou seja, apresentaram menores valores das variáveis avaliadas.

Tabela 1 – Espécies daninhas presentes nas lavouras de arroz irrigado em crescimento inicial, encontradas na primeira coleta na Granja Fonte Rica, Itaqui-RS, 2013/2014.

Espécie	NQ	NI	F	FR (%)	D (pl.m ⁻²)	Dr (%)	A	Ar(%)	Ir (%)
<i>Aeschynomene denticulata</i>	03	03	0,3	6,38	0,3	0,95	1,0	1,62	8,95
<i>Cyperus iria</i> L.	06	10	0,6	12,76	1,0	3,17	1,6	2,59	18,53
<i>Digitaria horizontalis</i>	10	200	1	21,27	2,0	6,34	20,0	32,46	60,09
<i>Echinochloa colonum</i> L.	07	105	0,7	14,89	10,5	33,33	15,0	24,83	73,06
<i>Echinochloa crus-galli</i> L.	03	46	0,3	6,38	4,6	14,60	15,3	24,83	45,82
<i>Sagittaria montevidensis</i>	03	08	0,3	6,38	8,0	25,39	2,6	4,22	35,99
<i>Oryza sativa</i> L.	05	10	0,5	10,63	1,0	3,17	2,0	3,24	17,05
<i>Sida rhombifolia</i> L.	10	41	1	21,27	4,1	13,01	4,1	6,65	40,94
Total			4,7		31,5		61,6		

Na segunda avaliação realizada na granja Fonte Rica (final), a espécie *Oryza sativa* L. destacou-se com maior número de indivíduos, sendo encontrada em seis amostras (Tabela 2). Por outro lado, a espécie *Cyperus ferax*, foi a espécie menos expressiva, apresentando menores valores das variáveis avaliadas.

Tabela 2 – Espécies daninhas presentes em lavouras de arroz irrigado na pré-colheita, encontradas na segunda coleta na Granja Fonte Rica, Itaqui-RS, 2013/2014.

Espécie	NQ	NI	F	FR (%)	D (pl.m ⁻²)	Dr (%)	A	Ar(%)	Ir (%)
<i>Cyperus ferax</i>	02	02	0,2	8,33	0,2	6,45	1,0	13,51	28,29
<i>Cyperus iria</i> L.	05	07	0,5	20,83	0,7	22,58	1,4	18,91	62,33
<i>Echinochloa colonum</i> L.	04	05	0,4	16,66	0,5	16,12	1,2	16,21	49,01
<i>Echinochloa crus-galli</i> L.	04	06	0,4	16,66	0,6	19,35	1,5	20,27	56,29
<i>Leersia hexandra</i>	03	03	0,3	12,5	0,3	9,67	1,0	13,51	35,69
<i>Oryza sativa</i> L.	06	08	0,6	25	0,8	25,80	1,3	17,56	68,37
Total			2,4		3,1		7,4		

Na primeira avaliação realizada na granja Angico (inicial), novamente a espécie *Digitaria horizontalis* destacou-se com maior número de indivíduos, e também foi encontrada em todas as coletadas (Tabela 3). Por outro lado, as espécies *Sida rhombifolia* e *Oryza sativa*, foram as espécies menos expressivas, apresentando valores inferiores das variáveis

avaliadas.

Tabela 3 - Espécies daninhas presentes nas lavouras de arroz irrigado em crescimento inicial, encontradas na primeira coleta na Granja Angico, Itaqui-RS, 2013/2014.

Espécie	NQ	NI	F	FR (%)	D (pl.m ²)	Dr (%)	A	Ar(%)	Ir (%)
<i>Digitaria horizontalis</i>	10	183	1,0	38,46	18,3	74,39	18,3	68,28	181,13
<i>Echinochloa colonum L.</i>	10	53	1,0	38,46	5,3	21,54	5,3	19,77	79,78
<i>Oryza sativa L.</i>	04	07	0,4	15,38	0,7	2,84	1,7	6,34	24,57
<i>Sida rhombifolia L.</i>	02	03	0,2	7,69	0,3	1,21	1,5	5,59	14,50
Total			2,6		24,6		26,8		

Para a segunda avaliação realizada na granja Angico (final), novamente a espécie *Digitaria horizontalis L.* destacou-se com maior número de indivíduos (19), sendo encontrada em sete dos dez quadrados avaliados (Tabela 4). Por outro lado, a espécie *Oryza sativa*, foi a espécie menos expressiva, apresentando menores valores das variáveis avaliadas.

Tabela 4 - Espécies daninhas presentes em lavouras de arroz irrigado na pré-colheita, encontradas na segunda coleta na Granja Angico, Itaqui-RS, 2013/2014.

Espécie	NQ	NI	F	FR (%)	D (pl.m ²)	Dr (%)	A	Ar(%)	Ir (%)
<i>Digitaria horizontalis</i>	07	19	0,7	53,84	1,9	67,85	2,7	40,29	162,00
<i>Echinochloa colonum L.</i>	02	02	0,2	15,38	0,2	7,14	1,0	14,92	37,45
<i>Oryza sativa L.</i>	01	01	0,1	7,69	0,1	3,57	1,0	14,92	26,18
<i>Sida rhombifolia L.</i>	03	06	0,3	23,07	0,6	21,42	2,0	29,85	74,35
Total			1,3		2,8		6,7		

O índice de similaridade variou de 0 a 1, sendo que o valor máximo para todas as espécies foi comum às duas áreas e mínimo quando não há espécies comuns. A tabela 5, mostra que houve maior semelhança entre a lavoura de arroz irrigado na Granja Angico no levantamento inicial associado ao levantamento final. O coeficiente de similaridade do início do crescimento (inicial) em comparação com a pré-colheita (final) (Granja Angico - Inicial x Granja Angico - Final), foi de 1,00.

O menor índice de similaridade encontrado foi observado nas comparações entre a Granja Angico inicial x Granja Fonte Rica Final e Granja Fonte Rica Final x Granja Angico Final com valor de 0,5.

Tabela 5 – Coeficiente de similaridade dos levantamentos fitossociológicos realizados no município de Itaqui- RS nas Granjas Fonte Rica e Angico no crescimento inicial (Inicial) e na pré-colheita (Final) das lavouras de arroz irrigado, Itaqui-RS, 2013/2014.

	Granja Fonte Rica Inicial	Granja Angico Inicial	Granja Fonte Rica Final	Granja Angico Final
Granja Fonte Rica Inicial	-	0,72	0,54	0,72
Granja Angico Inicial	-	-	0,5	1,0
Granja Fonte Rica Final	-	-	-	0,5
Granja Angico Final	-	-	-	-

Com base nos valores observados nas duas Granjas e nas duas épocas de

levantamento fitossociológico, a primeira época de levantamento apresenta maior número de indivíduos quando comparada com a segunda época. Isso pode ser devido ao uso de herbicidas para manejo das espécies daninhas nas áreas logo após a primeira avaliação.

CONCLUSÃO

As principais espécies de maior frequência presentes nos levantamentos realizados são das famílias Poacea e Ciperacea.

A densidade das plantas daninhas é maior na fase inicial de desenvolvimento em comparação a fase de pré-colheita (final) da cultura.

O índice de similaridade entre as espécies, na granja Angico é de 1,0.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao apoio da Professora Michele Santos para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEGAS, F.S. et al. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 705-716, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582010000400002>> acesso em 15 de outubro 2014.

AGOSTINETTO, D. et al. Arroz vermelho: Ecofisiologia e estratégias de controle. **Ciência Rural**, v31, n.2, p.341-349, 2001.

ANDRES, A.; MACHADO, S. L. O. Plantas daninhas em arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES Jr., A. M. (Eds.). Arroz irrigado no Sul do Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 457-546.

BRAUN BLANQUET, V. Fitosociología, bases para El estudio de las comunidades vegetales. Madrid: H. Blume, 1979. 820 p.

ERASMO, E. A. L.; PINHEIRO, L. L. A.; COSTA, N. V. Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas infestantes em áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 195-201, 2004.

GALON, L. et al. Níveis de dano econômico para decisão de controle de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) em arroz irrigado (*Oryza sativa*). **Planta Daninha**, v. 25, n. 4, p. 709-718, 2007.

LORENZI, HARRI. Manual de Identificação e Controle de Plantas Daninhas, plantio direto e convencional. Editora, Plantarum: 6ª ed, 362p.2006.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. A. Aims and methods of vegetation ecology. New York: John Wiley, 1974. 574 p.

SORENSEN, T. A. Method of establishing groups of equal amplitude in plant society based on similarity of species content. In: ODUM, E. P. Ecologia. 3.ed. México: Interamericana, 1972. p. 341-405.

LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO EM ÁREA DE ARROZ IRRIGADO, EM MONOCULTIVO E EM ROTAÇÃO COM SOJA

André da Rosa Ulquim¹; Filipe Selau Carlos¹; Vitor Machado Garcia²; Marcelo Ferreira Ely³; Romeu Sérgio Tietz⁴

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., plantio direto, rotação de culturas.

INTRODUÇÃO

A cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) apresenta importante papel na economia do Rio Grande do Sul (RS), sendo esse Estado responsável por, aproximadamente, 70% da produção nacional do cereal (IBGE, 2015). A produtividade de arroz pode ser reduzida pela presença de plantas daninhas (ANDRES & MACHADO, 2004), e o conhecimento das plantas daninhas ocorrentes na área de produção é determinante para a escolha do método de manejo adequado.

Um dos métodos mais utilizados no reconhecimento florístico em áreas agrícolas ou não é o estudo fitossociológico, que permite fazer uma avaliação momentânea da composição da vegetação, obtendo dados de frequência, densidade, abundância, índice de importância relativa, entre outros (ERASMO et al., 2004). Assim, é possível analisar a comunidade infestante e estabelecer relações entre a ocorrência das plantas daninhas e o método de manejo utilizado.

A rotação de culturas é uma prática agrônômica recomendável e reconhecida pela sua importância como método de manejo de plantas daninhas, promovendo a redução da infestação dessas espécies (GAZZIERO et al., 2004). Destarte, a introdução do cultivo de soja em terras baixas foi tem-se constituído em importante ferramenta para o manejo de plantas daninhas na cultura do arroz-irrigado, proporcionando o controle de espécies com resistência e reduzindo a infestação das mesmas.

Desse modo, é necessário analisar a dinâmica populacional de plantas daninhas no arroz-irrigado cultivado em rotação de culturas e em outros sistemas de cultivo, como o convencional e semeadura direta, a fim de se comprovar a alteração da infestação de plantas daninhas devido à alteração do sistema de cultivo. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar as variáveis fitossociológicas de plantas daninhas em arroz irrigado cultivado em monocultivo, sob dois sistemas de cultivo, e em rotação com soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em experimento de longo-prazo, iniciado em 2013 na fazenda Corticeiras no município de Cristal, Rio Grande do Sul (RS), representando a safra de 2014/15 a segunda estação de cultivo. O solo é classificado como Planossolo Háplico Eutrófico típico (STRECK et al., 2008), com relevo suave ondulado. As unidades experimentais apresentavam cerca de 1 ha de área útil, sendo que os tratamentos constam do cultivo de arroz em diferentes sistemas, sendo eles: arroz contínuo cultivado em sistema convencional e sem cobertura de outono-inverno (tratamento 1-T1), arroz contínuo cultivado em sistema de semeadura direta com azevém no outono-inverno e pastoreio (tratamento 2-T2) e arroz em rotação a um ano com soja (safra 2013/14), cultivado em sistema de plantio direto com azevém no outono-inverno e pastoreio (tratamento 3-T3). A cultivar de arroz utilizada foi a IRGA 424, semeada no dia 15 de novembro de 2014 e em densidade de semeadura de 100 kg ha⁻¹ de sementes.

¹ Eng. Agr., M.Sc., Instituto Rio Grandense do Arroz, Rua Bonifácio Carvalho Bernardes, 1440, Cachoeirinha-RS, andre-ulquim@irga.rs.gov.br.

² Graduando de Agronomia, Universidade Luterana do Brasil.

³ Eng. Agr., Instituto Rio Grandense do Arroz, Núcleo de Assistência Técnica e Extensão Rural de Camaquã, RS.

⁴ Técnico Agrícola, Instituto Rio Grandense do Arroz, Núcleo de Assistência Técnica e Extensão Rural de Camaquã, RS.

Para a realização do levantamento fitossociológico, realizou-se 40 amostragens por parcela, em quadro com área de 0,25m², quando a cultura estava em estágio R7. Em cada amostragem, foram contados o número de indivíduos e identificadas as espécies presentes. As plantas daninhas identificadas foram arroz vermelho (*Oryza sativa* L.), capim-arroz (*Echinochloa* sp.), tiririca três-quinas (*Cyperus iria* L.) e cruz-de-malta (*Ludwigia* sp.).

Com base nos dados quantitativos das diferentes espécies, calcularam-se as variáveis fitossociológicas: frequência, densidade, abundância, frequência relativa, densidade relativa e abundância relativa e índice de valor de importância. Os cálculos das características avaliadas foram realizados através das fórmulas propostas por Mueller-Dombois e Ellenberg (1974), conforme segue.

$$\text{Frequência (Fre)} = \frac{\text{Nº de parcelas que contem a espécie}}{\text{Nº total de parcelas utilizadas}}$$

$$\text{Densidade (Den)} = \frac{\text{Nº total de indivíduos utilizados}}{\text{Área total da amostra (0,25 m}^2\text{)}}$$

$$\text{Abundância (Abu)} = \frac{\text{Nº total de indivíduos por espécie}}{\text{Nº total de parcelas que contem a espécie}}$$

$$\text{Frequência relativa (Frr)} = \frac{\text{Frequência} \times 100}{\text{Frequência total de todas as espécies}}$$

$$\text{Densidade relativa (Der)} = \frac{\text{Densidade da espécie} \times 100}{\text{Densidade total das espécies}}$$

$$\text{Abundância relativa (Abr)} = \frac{\text{Abundância da espécie} \times 100}{\text{Abundância total de todas as espécies}}$$

$$\text{Índice de valor de importância (IVI)} = \text{Frr} + \text{Der} + \text{Abr}$$

O cálculo da frequência (Fre) avalia a distribuição das espécies nas parcelas, a densidade (Den) determina a quantidade de plantas de cada espécie por unidade de área, enquanto que a abundância (Abu) informa sobre a concentração das espécies na área. A associação dessas variáveis (frequência relativa (Frr), densidade relativa (Der) e abundância relativa (Abr)) informa a relação de cada espécie com as outras espécies encontradas na área. Já o índice de valor de importância (IVI) indica quais as espécies mais importantes dentro da área estudada.

Os dados obtidos foram transformados pela equação $\sqrt{x_i+1}$ e, posteriormente, submetidos à análise da variância ($p \leq 0,05$) e, quando constatada significância estatística, as médias foram comparadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância evidenciou significância somente para as variáveis Frr, Der, Abr e IVI para a planta daninha arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.) (Tabela 1). Observou-se que no tratamento onde há rotação de culturas com a soja (T3), houve redução dessas quatro variáveis analisadas em relação aos monocultivos de arroz, em sistema convencional e sem cobertura no outono-inverno (T1) e ao sistema de plantio direto com cobertura de solo no outono-inverno (T2).

Os altos coeficientes de variação observados para determinadas variáveis analisadas nesse estudo, que representam elevada variabilidade entre as repetições dos tratamentos, podem ser atribuídos à heterogeneidade na distribuição espacial de plantas daninhas (RADOSEVICH et al., 2007). Como exemplo, pode-se citar a estrutura da comunidade de

arroz-vermelho, frequentemente presente em reboleiras na lavoura, que pode contribuir para altas densidades (Den) em determinados locais, mas baixas em áreas circunvizinhas. Essa característica é confirmada pela baixa Fre observada para essa planta daninha nos diferentes tratamentos (Tabela 1). Por esse motivo, optou-se por discutir os dados relacionando os valores absolutos, quando da ausência de significância estatística.

Observou-se maior valor numérico do número de plantas de arroz-vermelho por área (Den) no sistema de cultivo com preparo de solo (T1) em relação aos demais tratamentos (Tabela 1). Esse resultado foi semelhante ao observado para cana-de-açúcar, em que o sistema plantio direto proporcionou menor número e a massa seca da parte aérea de plantas daninhas que o cultivo com preparo de solo (SOARES et al., 2011).

Tabela 1. Variáveis fitossociológicas de plantas daninhas em arroz em monocultivo, sob dois sistemas de cultivo, e em rotação com soja. Cristal, 2015

Trat. ¹	Fre ²	Den (pl m ⁻²)	Abu	Frr (%)	Der (%)	Abr (%)	IVI
Arroz-vermelho (<i>Oryza sativa</i> L.)							
1	0,33 ^{ns}	127 ^{ns}	2,10 ^{ns}	73 ^a ⁴	78 ^a	51 ^{ab}	202 ^a
2	0,20	49	1,31	83 ^a	86 ^a	67 ^a	235 ^a
3	0,00	1	0,00	0 ^b	67 ^b	0 ^b	67 ^b
CV(%)	6,83	72,62	17,49	13,79	19,97	31,65	21,82
Capim-arroz (<i>Echinochloa</i> sp.)							
1	0,02 ^{ns}	3 ^{ns}	0,33 ^{ns}	7 ^{ns}	6 ^{ns}	8 ^{ns}	21 ^{ns}
2	0,03	4	0,67	7	5	23	35
3	0,00	0	0,00	0	0	0	0
CV(%)	0,81	43,66	14,85	64,29	64,61	71,37	84,52
Tiririca três-quinas (<i>Cyperus iria</i> L.)							
1	0,03 ^{ns}	7 ^{ns}	1,00 ^{ns}	8 ^{ns}	12 ^{ns}	24 ^{ns}	45 ^{ns}
2	0,00	0	0,00	0	0	0	0
3	0,03	4	0,67	33	22	25	80
CV(%)	1,12	67,2	24,34	91,25	98,67	87,08	105,45
Cruz-de-malta (<i>Ludwigia</i> sp.)							
1	0,06 ^{ns}	9 ^{ns}	0,67 ^{ns}	11 ^{ns}	5 ^{ns}	16 ^{ns}	32 ^{ns}
2	0,03	4	0,33	10	9	10	30
3	0,03	7	1,33	33	38	42	113
CV(%)	1,44	30,62	16,14	48,60	56,49	41,92	52,46

¹ Tratamento 1: arroz contínuo cultivado em sistema convencional e sem cobertura de outono-inverno; Tratamento 2: arroz contínuo cultivado em sistema de semeadura direta com azevém no outono-inverno e pastoreio; Tratamento 3: arroz em rotação de culturas com soja (safra 2013/14) e cultivados em sistema de plantio direto com azevém no outono-inverno e pastoreio. ² Frequência (Fre), densidade (Den), abundância (Abu), frequência relativa (Frr), densidade relativa (Der), abundância relativa (Abr) e índice de valor de importância (IVI). ³ ^{ns} indica não significativo pelo teste F (ps0,05). ⁴ Médias seguidas por letras distintas, comparando tratamentos para cada variável fitossociológica e para cada planta daninha, representam diferença significativa (ps0,05).

A Der para o arroz-vermelho não indicou diferença entre o cultivo do arroz em sistema convencional ou semeadura direta. Em área de arroz cultivada em rotação com soja por mais de cinco anos, observou-se que a espécie que apresentou Der superior às demais foi *Cyperus esculentus* L., seguida por *Digitaria horizontalis* Willd. (ERASMO et al., 2004). No presente estudo, embora sem diferença estatística, observou-se incremento de cerca de 45% na Der de *Cyperus iria* L. em relação ao tratamento com arroz contínuo em sistema convencional (Tabela 1).

Observou-se maior IVI para arroz-vermelho e capim-arroz nos dois monocultivos de arroz em relação ao arroz cultivado em rotação com soja (Tabela 1), confirmando a importância da rotação de culturas na redução da infestação de plantas daninhas na cultura do arroz (MORAES et al., 2009), principalmente pelo uso de herbicidas com diferentes mecanismos de ação. Esse resultado corrobora com estudo anterior que verificou maior

predominância de espécies monocotiledôneas em áreas de arroz com e sem rotação com a cultura da soja (ERASMO et al., 2004). Todavia, os maiores valores numéricos observados de IVI nesse trabalho para o sistema de cultivo que inclui a rotação de culturas foram para as espécies tiririca três-quinas e cruz-de-malta, cerca de 44 e 73% superior aos demais sistemas, respectivamente (Tabela 1). Essa observação pode ser devida à alteração do ambiente proporcionada pelo cultivo de outra espécie precedendo o cultivo do arroz (RADOSEVICH et al., 2007).

Os resultados observados nesse estudo indicam que as plantas daninhas da família poaceae permanecem como as principais em importância na cultura do arroz, principalmente o arroz-vermelho. Entretanto, é possível que, com o advento da rotação de culturas com a soja, outras espécies tenham sua ocorrência aumentada no cultivo do arroz. Assim, mais estudos devem ser realizados para confirmar ou refutar tais inferências.

CONCLUSÃO

O cultivo de arroz-irrigado em rotação de culturas com soja permite a redução das variáveis fitossociológicas frequência relativa, densidade relativa, abundância relativa e índice de valor de importância de arroz-vermelho em relação ao monocultivo de arroz, independente do sistema de cultivo.

AGRADECIMENTOS

À Fazenda Corticeiras pela cedência da área para a realização do estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRES, A.; MACHADO, S. L. O. Plantas daninhas do arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES JR., A. M. (Eds.). **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica, 2004. p.457-546.
- ERASMO, E.A.L. et al. Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas infestantes em áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.22, n.2, p.195-201, 2004.
- GAZZIERO, L. P. D.; VARGAS, L.; ROMAN, E. S. Manejo e controle de plantas daninhas em soja. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves:Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 595-635.
- IBGE. **Estatística da produção agrícola**. Maio de 2015. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Produção_Agrícola/Fascículo_Indicadores_IBGE/estProdAgr_201505.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2015.
- MORAES, P.V.D. et al. Competitividade relativa de soja com arroz-vermelho. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 27, n. 1, p. 35-40, 2009.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H.A. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley, 1974, 547p.
- RADOSEVICH, S. R. et al. **Ecology of weeds and invasive plants: relationship to agriculture and natural resource management**. 3.ed. Hoboken: Wiley, 2007. 454p.
- SOARES, M.B.B. et al. Fitossociologia de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo de solo em áreas de reforma de cana crua. **Revista Agroambiente**, Boa Vista, v. 5, n. 3, p. 173-181, 2011.
- STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C. do; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222p.

LONGEVIDAD DE SEMILLA DE BIOTIPOS DE *Echinochloa crus-galli* RESISTENTE Y SUSCEPTIBLE AL QUINCLORAC

Ana Laura Pereira¹; Nestor Saldain²; Claudia Marchesi³; Mabel Oxley⁴; Ariel Pimienta⁵

Palabras clave: Capin, banco de semillas, dormancia

Introducción

En Uruguay, 40% del área sembrada cada año se hace sobre rastrojos de arroz y el resto del área en rotación con pasturas o en retornos de dos o más años. Los herbicidas han sido una herramienta efectiva en el manejo integrado de malezas en estos sistemas. El uso continuo de herbicidas determina presión de selección en las poblaciones hacia individuos que toleran la acción de los mismos. La resistencia a herbicidas es resultado de la selección de características que permiten a las especies malezas sobrevivir a prácticas de manejo específicas que deberían causar mortalidad (Powles, 1994).

El quinclorac es un herbicida altamente selectivo que ha tenido un uso importante en la mayoría de las regiones donde se realiza el cultivo de arroz. En diversas regiones productoras de arroz se ha reportado resistencia por parte de malezas a este herbicida. En la zona este del Uruguay, Saldain y Sosa (2015) reportaron resistencia de un número muy reducido de biotipos de capín al quinclorac, mostrando un nuevo aspecto a tener en cuenta en el manejo integrado de las malezas para el cultivo de arroz en el Uruguay. Merotto (2013), ya había reportado en Brasil resistencia del capín al quinclorac entre otros herbicidas,

Gressel (2009) menciona que al adquirir resistencia a herbicidas, las malezas pierden o disminuyen alguna de sus capacidades de sobrevivencia. Como la longevidad de las semillas es una característica de gran importancia en la capacidad de sobrevivencia de las especies maleza, esta podría ser afectada por la adquisición de la resistencia a herbicidas.

Bekker et al., (1998) señalaron que tanto el suelo como el clima pueden influir en la longevidad de las semillas, entretanto, esta influencia no es determinante, pues la persistencia es sobre todo una característica de la semilla, que puede ser o no modificada por las condiciones ambientales (Fenner y Thompson, 2005). Factores del ambiente, particularmente temperatura y humedad, promueven gran efecto en la viabilidad de la semilla. Bajas temperaturas y humedad favorecen la viabilidad de la semilla y según Roberts (1972), disminuyendo la presión de oxígeno también se aumenta la longevidad. Otro elemento que afecta la longevidad en el suelo es la profundidad de enterramiento en el suelo. En general, semillas que se encuentran enterradas a mayores profundidades presentan mayor longevidad (Miller y Nalewaja, 1990).

Conocer la dinámica de la viabilidad y dormancia de las semillas de estas especies se torna relevante en el manejo del cultivo de arroz.

El objetivo de este trabajo es el de conocer si existen diferencias en la longevidad de semillas de biotipos resistente y susceptible al herbicida quinclorac en la superficie del suelo y enterradas a 15 cm de profundidad.

Materiales y métodos

El experimento está siendo realizado en la Estación Experimental de Paso de La Laguna del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) en el departamento de Treinta y Tres, Uruguay. Se determinará la longevidad de semillas de biotipos de *Echinochloa crus-galli* susceptibles y que presentan resistencia al herbicida quinclorac sobre la superficie del suelo y enterradas a 15 cm en un período de cuatro años con extracciones realizadas cada tres meses correspondientes a cada estación del año.

Las semillas utilizadas en el experimento son oriundas de dos multiplicaciones, luego de una prueba de dosis respuesta en planta con el herbicida quinclorac provenientes de materiales colectados en áreas de arroz. Se seleccionaron biotipos susceptibles al herbicida y otros con distintos factores de resistencia. Los biotipos seleccionados para este ensayo fueron dos: Zapata1, con un factor de resistencia de 414 ± 162 y A33P2 susceptible al herbicida, colectados en la región este del Uruguay. De las semillas tolerantes colectadas a campo, 1000 plántulas fueron transplantadas y con dos a tres hojas se le asperjaron 375 g ha⁻¹ de quinclorac. A las tres semanas de la aplicación, se pasaron a una maceta de mayor tamaño cinco plantulas que sobrevivieron al tratamiento. Se realizaron dos multiplicaciones en forma aislada para evitar cruzamientos y así obtener la semilla que se usó en el experimento

Para obtener semilla de buena calidad, a partir del momento que comenzaron a madurar, las semillas se cosecharon diariamente en forma manual. Las inflorescencias eran sacudidas levemente dejando caer en un sobre las semillas maduras que se desprendían de la planta. Finalizado el período de la cosecha, se separaron las semillas vanas y de bajo peso utilizando soplador. Se caracterizó la semilla de cada biotipo en cuanto al peso de mil semillas, su germinación a través del test de germinación y su viabilidad a través del test de tetrazolio. El peso de mil semillas fue de 2,99 g para el biotipo Zapata 1 y 2,76 g para el biotipo A33P2. Ambos biotipos presentaron al momento de la instalación del ensayo 0% de semillas germinadas y una viabilidad de 96,5% para Zapata 1 (resistente) y 96,8% para A33P2 (susceptible).

El experimento fue instalado el 28 de abril de 2013 en la Estación Experimental de Paso de La Laguna sobre un suelo arrozable. El diseño experimental es en bloques completos al azar con arreglo de parcelas sub sub divididas, constituyendo las parcelas grandes el año de desentierro (2013 a 2016), la subparcela la profundidad (0 y 15 cm) y la sub-subparcela el biotipo (susceptible y resistente a quinclorac). Las variables fueron analizadas a través del PROC GLM (SAS, 2003) siendo realizado el análisis de varianza y la comparación de medias utilizando el test de Tukey (P<0,05).

En cada repetición fueron utilizadas 100 semillas colocadas en tubos de PVC conteniendo tierra. Se llenaron los tubos con tierra hasta la mitad, se depositaron las semillas y luego se completó la otra mitad con tierra. Para enterrar los tubos a 15 cm se retiraron panes de tierra colocando los tubos a la profundidad correspondiente. Luego el pan de tierra fue colocado íntegramente ocasionando el mínimo disturbio. Los tubos correspondientes a la semilla en superficie fueron enterrados hasta la mitad y luego se distribuyó la semilla. Se colocó en la extremidad de cada tubo una malla para impedir que roedores o pájaros la consumieran

Se enterraron 96 cilindros por tratamiento (4 años x 4 extracciones por año x 6 bloques) extrayendo un cilindro por bloque por tratamiento en cada estación desde la fecha de instalación hasta el cuarto año. Los tubos de PVC desenterrados fueron llevados al laboratorio donde se recuperaron las semillas. La tierra fue retirada del tubo contándose plántulas vivas y muertas. Posteriormente, en una primera etapa se procede a desmenuzar la tierra buscando las semillas visualmente. La segunda etapa en la recuperación de semillas consistió en el pasaje de la tierra por zarandas de malla y se lavaba con colador para recuperar las semillas remanentes. Las mismas son secadas a temperatura ambiente sobre papel y se adicionan a las recuperadas en la primera etapa. Las semillas que no se presentaron visualmente deterioradas fueron colocadas a germinar sobre papel con temperaturas alternadas de 20-30°C. Los conteos de germinación se realizaron a los 4 y 10 días según las reglas ISTA, obteniéndose el resultado de semillas viables quiescentes (no dormantes). La porción de semillas dormantes se obtuvo analizando la viabilidad de las semillas no germinadas en el test de germinación a través del test de tetrazolio (0,5%).

¹Ing. Agr. PhD, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Ruta 8, km 281- Treinta y Tres- Uruguay, apereira@tyt.inia.org.uy

²Ing. Agr. MSc. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

³Ing. Agr. PhD. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

⁴Laboratorista, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

⁵Técnico Agropecuario, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

Resultados y discusión

En este trabajo se resumen los dos primeros años de extracción de las semillas. La viabilidad de las semillas para los dos primeros años es presentada en la Figura 1, donde se observan los cambios ocurridos en las sucesivas extracciones para los dos biotipos y profundidades en estudio. En otoño de 2013, cuando es instalado el ensayo, las semillas presentaban un 97% de viabilidad (corregido a 100 %). La viabilidad de las semillas se reduce en las sucesivas extracciones, siendo significativamente mayor para las semillas depositadas en superficie ($P<0,05$). Estos resultados ya han sido verificados por muchos autores para las más diversas especies donde las semillas enterradas a mayor profundidad presentan mayor longevidad (Miller y Nalewaja, 1990; Peske et al., 1997; Noldin, 2006; Pereira, 2011).

Se verificaron diferencias significativas ($P<0,05$) entre los biotipos donde el resistente presenta mayor viabilidad que el susceptible contrariamente a la hipótesis inicial. Al término de dos años en promedio, las semillas enterradas a 15 cm mantienen un elevado porcentaje de semillas viables, 78 % para el biotipo resistente y 71% para el susceptible. En superficie la viabilidad es menor para ambos biotipos (50 % para el biotipo resistente y 28% para el susceptible). Los resultados de este trabajo son contrarios a los obtenidos por Egley y Chandler (1978) con esta especie donde obtuvieron viabilidad de 1% en semillas enterradas por 2,5 años en el suelo. Otros autores (Dawson y Bruns, 1962) encontraron que semillas de *Echinochloa crus-galli* enterradas en el suelo pueden ser viables hasta 13 años (3% de viabilidad) y que no se encuentran semillas viables después de 15 años de entierro.

No se encontró para la viabilidad, interacción entre la profundidad y el biotipo, ni entre biotipos y los diferentes momentos pero sí interacción entre la profundidad en los diferentes momentos de extracción.

La porción de semillas del total depositadas va disminuyendo con el correr del tiempo, sobre todo en superficie donde se recuperan aproximadamente la mitad de las semillas encontradas a 15 cm. Estas pérdidas son dadas entre otros factores por la germinación de las semillas en la superficie, acción de la microfauna y mayor exposición a factores climáticos.

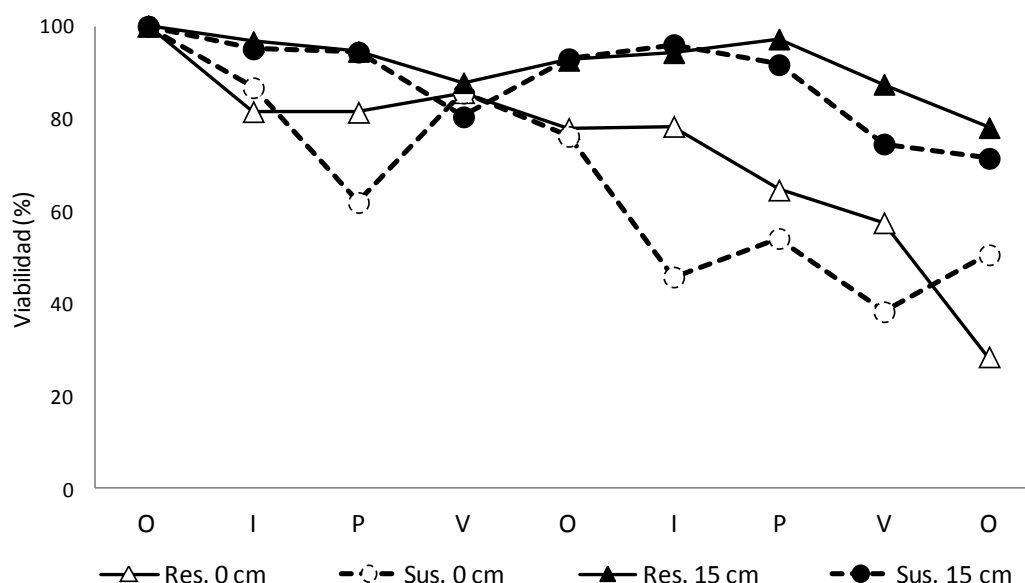


Figura 1. Evolución de la viabilidad (%) de semillas de biotipos resistente (Res) y Susceptibles (Sus.) de *Echinochloa Crus-galli* enterrados a 15 cm y en superficie (0 cm) en extracciones realizadas estacionalmente (O=otoño; I=invierno; P=primavera; V=verano) comenzando en otoño 2013. Momento de extracción (O;I;P;V), profundidad y biotipos fueron significativos $P<0,05\%$, no siendo significativa la interacción entre las mismas.

En las semillas viables obtenidas en cada estación del año se verifican cambios en las proporciones de dormantes y quiescentes. En la figura 2 se muestra la evolución por estación de la dormancia y quiescencia de semillas de los dos biotipos y en las dos profundidades. A fines de abril del 2013, las semillas a menos de dos meses de su cosecha, presentaban un 97 % de dormancia y 0% de quiescencia. Este valor corresponde a la dormancia primaria, inducida desde la formación de la semilla en la planta. La dormancia de las semillas inducida durante su desarrollo es afectada por luz, temperatura, humedad y por las condiciones nutricionales de la planta (Takahoshi, 1995). Varias causas pueden interactuar para determinar el grado de dormancia de las semillas, además de la predisposición genética (Bewley & Black, 1994). Ha sido comprobado que altas temperaturas durante el proceso de maduración reducen la dormancia de las semillas de algunas especies.

Tres meses después, en el invierno, ocurre la quiebra de dormancia y pasan la mayor parte de las semillas a una condición de quiescencia. Esta diferencia es mayor en las semillas enterradas a 15 cm presentando en promedio casi un 90 % de quiescencia, estando la semilla en superficie más afectada por las variaciones en las condiciones de suelo y clima. Tres meses después, en primavera, comienza a revertirse esta situación aumentando lentamente el número de semillas dormantes y disminuyendo las quiescentes hasta llegar a un máximo de dormancia en el verano. Este comportamiento cíclico se reitera en el segundo año para las dos profundidades y biotipos.

Entre los biotipos no se encontraron diferencias en las proporciones de semillas dormantes y quiescentes, observándose un comportamiento similar en ambas profundidades. Entre las profundidades si hay diferencias tanto en el porcentaje de semillas dormantes como el de quiescentes. Hay diferencias en el promedio de los distintos momentos de extracción en el porcentaje de semillas dormantes y viables así como en la interacción del momento con la profundidad. Para las semillas dormantes se encontraron diferencias en la interacción entre momento de extracción y biotipo.

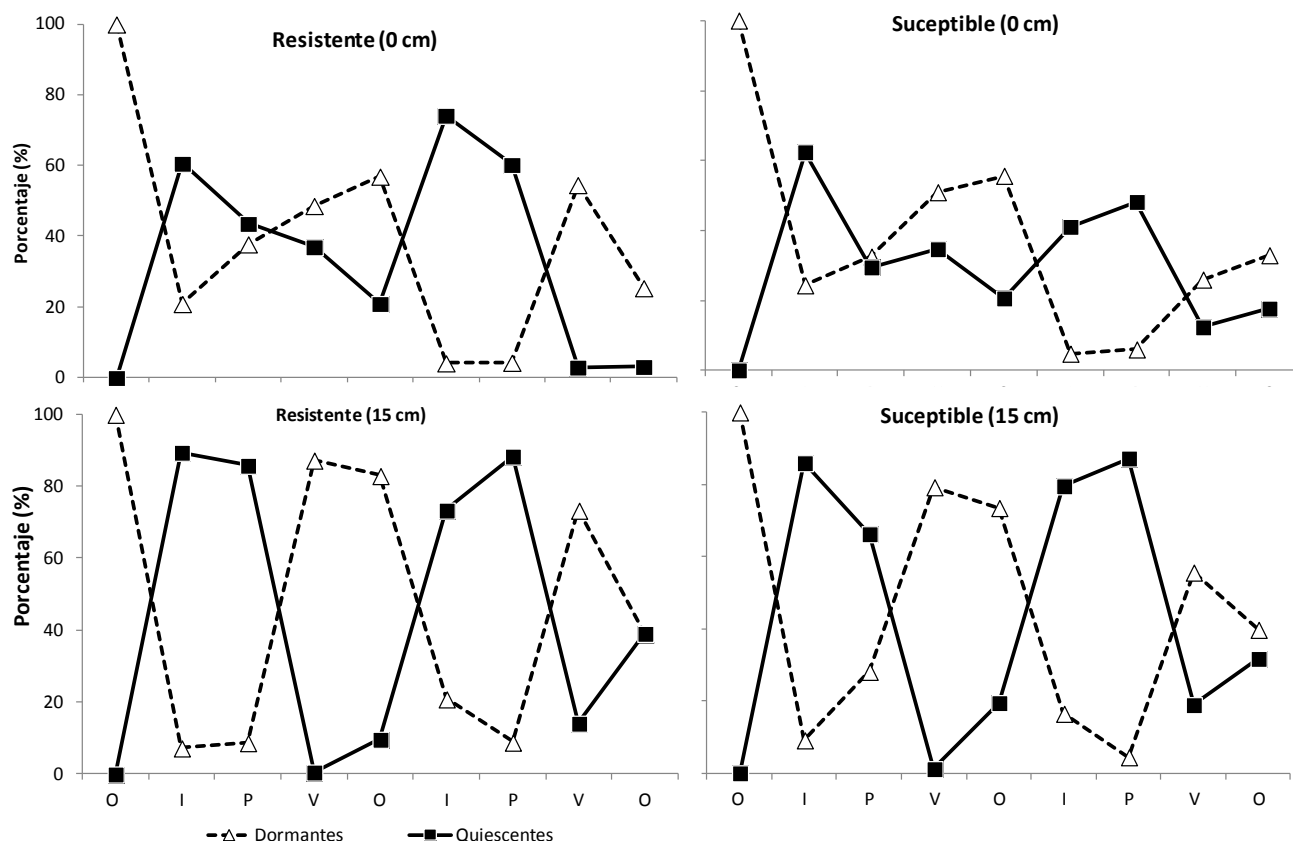


Figura 2. . Evolución del porcentaje de semillas dormantes y quiescentes de Biotipos resistente (Res) y Susceptible (Sus.) de *Echinochloa Crus-galli* enterradas a 15 cm y en superficie (0 cm) en extracciones realizadas estacionalmente (O=otoño; I=invierno; P=primavera; V=verano) comenzando en otoño 2013. Momento de extracción y profundidad fueron significativos al 5% para dormantes y quiescentes y la interacción orden*biotipo para las semillas dormantes.

Conclusiones

Las semillas enterradas a mayor profundidad presentan viabilidad superior a las enterradas en superficie para biotipos resistentes y susceptibles al quinclorac. La resistencia al herbicida quinclorac no redujo la viabilidad de la semilla ni modificó los ciclos estacionales de dormancia de *Echinochloa crus-galli* en superficie o profundidad. Profundizar el conocimiento de la evolución de la viabilidad y los ciclos de dormancia de *Echinochloa crus-galli* pueden permitir adecuar medidas de manejo que permitan controlar las poblaciones de maleza en las condiciones de producción de arroz del este del Uruguay.

Referencias bibliográficas

- BEKKER, R.M. et al. Soil nutrient input effects on seed longevity: a burial experiment with fen-meadow species. **Functional Ecology**, v.12, n.4, p.673-682, 1998.
- BEWLEY, J. D., BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994.
- DAWSON, J. H.; BRUNS, V. F.. Emergence of barnyardgrass, x green foxtail, and yellow foxtail seedlings from various soil depths. **Weeds**. 10: 136-139, 1962.
- EGLEY, G.H.; J.M. CHANDLER.. Germination and viability of weed seeds after 2.5 years in a 50-year buried seed study. **Weed Science**. 26 (3): 230-239, 1978
- FENNER, M., THOMPSON, K. **The ecology of seeds**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.
- GRESSEL, J. Evolving understanding of the evolution of herbicide resistance. **Pest Management Science**. 65: 1164-1173. 2009.
- MILLER, D.S.; NALEWAJA, J.D. Influence of burial depth on wild oats (*Avena fatua*) seed longevity. **Weed Technology**, v.4, p. 514-517, 1990.
- NOLDIN, J.A.; et al. Seed longevity of red rice ecotypes buried in soil. **Planta Daninha**, v.24, n.4, p. 611-620, 2006.
- PEREIRA, A.L. **Longevidade de sementes de arroz e de biótipos vermelho e preto no solo**. 2011. 54 f. Tesis (Doutorado), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- Powles (1994) **Herbicide Resistance in Plants: Biology & Biochemistry**. Editors Stephen B. Powles & Joseph A.M. Holtum CRC Press. 1994. 368 p.
- ROBERTS, H. A. Dormancy: a factor affecting seed survival in the soil. In: ROBERTS, E. H. (ed) **Viability of Seed**. Chapman and Hall, London, 1972. p. 321-359.
- SALDAIN, N; SOSA, B. Resistencia metabólica en capín (*Echinochloa crus-galli*) resistente al quinclorac o al imazapir + imazapic en la zona este del Uruguay. XII Conferencia Internacional de Arroz para América Latina y el Caribe. Horizontes para a competitividade. Porto Alegre, RS, Brasil. 23-26 fevereiro de 2015
- SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT User's Guide. Release 6.11 Edition Cary: SAS Institute Inc. Cary, NCm USA, 2003.
- PESKE, S. T. et al. Sobrevivência de sementes de arroz vermelho depositadas no solo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.3, n.1, p.17-22, 1997.
- TAKAHOSHI, N. Physiology of dormancy. In: MATSUO, T., KUMAZAWA, K., ISHII, R. **Science of the rice plant**. Tokyo: Food and Agricultural Policy Research Center, 1995. v.2, p.45-65.

MANEJO DE JUNQUINHO COM APLICAÇÃO ISOLADA E SEQUENCIAL DE DIFERENTES HERBICIDAS EM ARROZ IRRIGADO

Leandro Lima Spatt¹; Danie Martini Sachotene²; Jorge Rodrigues³; Lucas Chagastelles Pinto de Macedo⁴; Matheus Bohrer Scherer⁵; Sylvio Henrique Bidel Dornelles⁶

Palavras-chave: *Cyperus iria*, controle, *oryza sativa*, mecanismos de ação.

INTRODUÇÃO

Um dos principais fatores na perda de produtividade da lavoura arrozeira é a competição com plantas invasoras essencialmente por nutrientes e luz (DORNELLES, 2009).

Uma espécie de planta daninha que tem ocorrido com frequência nas áreas de produção de arroz irrigado no Rio Grande do Sul é conhecida popularmente como junco ou junquinho. Pertencente à família das Ciperaceae, *Cyperus iria* L. é uma planta anual, com caule trigono, folhas estreitas com bainha e que se reproduz por semente. Ocorre em solos úmidos e férteis (LORENZI, 2000). Segundo KISSMANN (1997) esta espécie germina no período da primavera e tem um rápido desenvolvimento, fator que ocasiona infestação com dois ciclos vegetativos da ciperácea em um ciclo de cultivo do arroz, havendo reinfestação em uma safra, e se não for controlada de maneira correta, haverá um aumento do banco de sementes na área infestada.

OERKE et al. (1994) apontou perdas estimadas em cerca de 48% na produtividade de arroz irrigado, causadas pela competição com plantas do gênero *Cyperus* sp.

A literatura já aponta relatos de tolerância/resistência a herbicidas inibidores da enzima ALS, os quais são bastante utilizados devido principalmente ao amplo espectro de ação que apresentam, tendo efeito sobre diversas espécies de gramíneas, bem como de ciperáceas. Desta forma, objetivou-se neste trabalho estudar a aplicação sequencial de diferentes herbicidas, com mecanismos de ação distintos, buscando alternativas para o controle de *Cyperus iria* na cultura do arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no ano agrícola 2014/15, em lavoura comercial de arroz irrigado, na cidade de Uruguai/RS. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso distribuído em faixas, com 10 tratamentos e 4 repetições, constituídos por parcelas medindo 3 m de largura e 20 m de comprimento. As repetições foram constituídas por 4 pontos dentro da parcela, englobando quadro e taipa, os quais foram demarcados e utilizados para as avaliações. Os tratamentos aplicados estão descritos no Quadro 1.

O efeito dos herbicidas sobre as plantas daninhas foi determinado pelo método qualitativo caracterizado por avaliações visuais, baseado em escalas arbitrárias estabelecidas (BURRILL et. al. 1976). Para a determinação foi empregada à escala percentual, utilizando-se como padrão a testemunha sem aplicação de herbicidas (infestada), correspondendo a nenhum controle (Zero %). As avaliações foram realizadas aos 7, 15, 30 dias após a aplicação dos tratamentos herbicidas e na pré-colheita da cultura.

¹ Eng. Agr., Biomonte Pesquisa e Desenvolvimento, Rua Dr Bozano 1051/61, Santa Maria/RS, CEP 97015003, leandrolimaspatt@gmail.com

² Professor Doutor em Agronomia, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões/Campus Santiago/RS.

³ Eng. Agr., UPL Brasil.

⁴ Mestre em Agrobiologia, Universidade Federal de Santa Maria.

⁵ Mestrando em Agrobiologia, Universidade Federal de Santa Maria.

⁶ Professor Adjunto do Departamento de Biologia, Universidade Federal de Santa Maria.

Quadro 1. Descrição dos tratamentos herbicidas aplicados e doses dos produtos comerciais (L ou kg.ha⁻¹).

Nº	Tratamento	Ingrediente Ativo	Dose (kg ou L p.c./ha)	Dose (g i.a./ha)
1	Testemunha	--	--	--
2	Nominee® 400 SC + Iharol®	Bispiribaque-sódico + Óleo mineral	0,150 + 0,5% v/v	60 + 0,5% v/v
3	Ricer® + Veget Oil®	Penoxsulam + Óleo vegetal	0,200 + 0,5% v/v	48 + 0,5% v/v
4	Stampir BR® / Nominee® 400 SC + Iharol®	Propanil + Triclopir-butotílico / Bispiribaque-sódico + Óleo mineral	5,0 / 0,150 + 0,5% v/v	1900 + 278 / 60 + 0,5% v/v
5	Stampir BR® / Nominee® 400 SC + Iharol®	Propanil + Triclopir-butotílico / Bispiribaque-sódico + Óleo mineral	6,0 + 0,150 + 0,5% v/v	2280 + 333,6 / 60 + 0,5% v/v
6	Stampir BR®	Propanil + Triclopir-butotílico	4,0	1520 + 222,4
7	Stampir BR®	Propanil + Triclopir-butotílico	5,0	1900 + 278
8	Stampir BR®	Propanil + Triclopir-butotílico	6,0	2280 + 333,6
9	Stampir BR® / Gamit 360 CS®	Propanil + Triclopir-butotílico / Clomazone	5,0 / 0,750	1900 + 278 / 270
10	Nominee® 400 SC + Iharol® / Basagran® 600	Bispiribaque-sódico + Óleo mineral / Bentazona	0,150 + 0,5 v/v / 1,6	60 + 0,5% v/v / 960

O efeito dos herbicidas sobre as plantas daninhas foi determinado pelo método qualitativo caracterizado por avaliações visuais, baseado em escalas arbitrárias estabelecidas (BURRILL et. al. 1976). Para a determinação foi empregada à escala percentual, utilizando-se como padrão a testemunha sem aplicação de herbicidas (infestada), correspondendo a nenhum controle (Zero %). As avaliações foram realizadas aos 7, 15, 30 dias após a aplicação dos tratamentos herbicidas e na pré-colheita da cultura.

Para a avaliação de praticabilidade agrônômica do produto, realizaram-se as avaliações visuais de fitotoxicidade aos 7 e 14 dias após a aplicação dos tratamentos, onde 0% é sem fitotoxicidade nas plantas e 100% morte total das plantas.

Os dados originais foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas entre si pelo teste de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade de erro.

A semeadura do arroz foi realizada no dia 8 de novembro de 2014, utilizando a cultivar IRGA 424. A aplicação dos tratamentos herbicidas foi realizada no dia 05 de dezembro de 2014, com a entrada de água na lavoura a partir do dia 06 de dezembro. Para a aplicação utilizou-se pulverizador costal pressurizado via CO₂, munido de uma barra de 6 pontas marca Teejet 110.02, com volume de calda em 200 L.ha⁻¹. A aplicação dos tratamentos que houve mais de um produto comercial foi realizada de forma sequencial, sendo aplicado um herbicida de cada vez, com intervalo de 10 minutos entre os mesmos.

Salienta-se que no momento da aplicação dos tratamentos herbicidas, as plantas daninhas encontravam-se em estágio inicial de desenvolvimento, com 1-2 folhas. A densidade de infestação era de 23 plantas/m² de *Cyperus iria*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados médios de controle de *Cyperus iria* (junquinho) aos 7, 15 e 30 dias após a aplicação dos tratamentos herbicidas (DAA) e na pré-colheita do arroz, além de dados referentes a fitotoxicidade. A partir da análise desta tabela, nota-se que a aplicação sequencial, utilizando herbicidas com diferentes mecanismos de ação, apresentou resultados eficientes (acima de 80%) no controle de junquinho.

Na avaliação realizada aos 7 DAA, verifica-se que os tratamentos com aplicação isolada dos herbicidas bispiribaque-sódico, penoxsulam e propanil + triclopir-butotílico (Stampir BR®), bem como a aplicação sequencial propanil + triclopir-butotílico (Stampir BR®) / clomazone,

não obtiveram controle satisfatório (inferior a 80%) sobre *C. iria*, apresentando médias que não alcançaram 80% de controle. Salienta-se que nesta data, alguns herbicidas ainda não haviam atingido o pico de ação, pois, segundo Vidal (2002), o pico de ação de herbicidas inibidores da enzima ALS ocorre entre 7 a 10 dias após a aplicação. A aplicação sequencial propanil + triclopir-butotílico (Stampir BR®) / bispiribaque-sódico + óleo mineral nas doses testadas, bem como bispiribaque-sódico + óleo mineral / bentazona, nas doses avaliadas, controlaram eficientemente junquinho, alcançando médias acima de 80% de controle sobre esta espécie.

Tabela 1. Resultados médios para o controle de *Cyperus iria* (junquinho) aos 7, 15 e 30 dias após a aplicação dos tratamentos herbicidas e na pré-colheita, além da porcentagem de fitotoxicidade sobre as plantas de arroz. Uruguiana/RS – 2014/15.

Tratamentos ¹	Dose kg ou L p.c.ha ⁻¹	7 DAA ²	15 DAA	30 DAA	Pré- colheita	Fitotoxicidade (%)	
						7 DAA	14 DAA
1. Testemunha	--	0,0g ³	0,0f	0,0f	0,0g	0	0
2. Nominee® 400 SC + Iharol®	0,150 + 0,5% v/v	32,5e	85,0c	87,5b	85,0c	0	0
3. Ricer® + Veget Oil®	0,200 + 1	26,3f	82,5c	85,0c	82,5d	0	0
4. Stampir BR® / Nominee® 400 SC + Iharol®	5,0 / 0,150 + 0,5% v/v	82,5b	90,0b	90,0b	87,5c	0	0
5. Stampir BR® / Nominee® 400 SC + Iharol®	6,0 + 0,150 + 0,5% v/v	87,5a	96,3a	95,0a	92,5b	0	0
6. Stampir BR®	4,0	27,5f	65,0e	63,8e	61,3f	0	0
7. Stampir BR®	5,0	33,8e	72,5d	71,3d	70,0e	0	0
8. Stampir BR®	6,0	43,8d	84,5c	81,3c	80,0d	0	0
9. Stampir BR® / Gamit 360 CS®	5,0 / 0,14 + 0,5% v/v	67,5c	73,8d	75,0d	72,5e	0	0
10. Nominee® 400 SC+ Iharol® / Basagran 600®	0,150 + 0,5% v/v / 1,5	90,0a	100,0a	98,8a	97,5a	0	0
C.V. (%)		7,73	4,43	3,43	2,97	ns ⁴	

¹ Tratamentos herbicidas aplicados.

² Dias após a aplicação dos tratamentos.

³ Médias não seguidas pelas mesmas letras nas colunas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro.

⁴ Teste estatístico não significativo.

A avaliação realizada aos 15 dias após a aplicação mostra que alguns herbicidas não apresentaram controle eficiente aos 7 dias sobre junquinho, após atingirem o pico de ação, o qual ocorreu posteriormente a esta data, controlaram de forma satisfatória a espécie daninha avaliada. Os tratamentos bispiribaque-sódico + óleo mineral na dose de (0,150 L.ha⁻¹ + 0,5% v/v), penoxsulam + óleo vegetal na dose de (0,200 L.ha⁻¹ + 1 L.ha⁻¹) e propanil + triclopir-butotílico (Stampir BR®) na dose de (6,0 L.ha⁻¹) proporcionaram controle eficiente (acima de 80%) sobre *C. iria*.

Analisando-se os resultados da Tabela 1, na avaliação realizada aos 30 dias após a aplicação dos tratamentos herbicidas, nota-se que propanil + triclopir-butotílico (Stampir BR®) nas doses de (4,0 e 5,0 L.ha⁻¹) aplicado isoladamente, bem como a aplicação sequencial de propanil + triclopir-butotílico (Stampir BR®) / clomazone na dose de (5,0 L.ha⁻¹ / 0,750 L.ha⁻¹) não foram eficientes para controle de *C. iria*, obtendo médias abaixo de 80% de controle.

Controle eficiente sobre junquinho foi proporcionado pelos tratamentos bispiribaque-sódico + óleo mineral na dose de (0,150 L.ha⁻¹ + 0,5% v/v), penoxsulam + óleo vegetal na dose de (0,200 L.ha⁻¹ + 1 L.ha⁻¹) e propanil + triclopir-butotílico (Stampir BR®) na dose de (6,0 L.ha⁻¹), aplicados isoladamente, e com a aplicação sequencial de propanil + triclopir-butotílico (Stampir BR®) / bispiribaque-sódico + óleo mineral nas doses de (5,0 L.ha⁻¹ / 0,150 L.ha⁻¹ +

0,5% v/v), propanil + triclopir-butotílico (Stampir BR®) / bispiribaque-sódico + óleo mineral na doses de (6,0 L.ha⁻¹ / 0,150 L.ha⁻¹ + 0,5% v/v) e bispiribaque-sódico + óleo mineral / bentazona nas doses de (0,150 L.ha⁻¹ + 0,5% v/v / 1,5 L.ha⁻¹), os quais obtiveram médias de controle superiores a 80% sobre junquinho aos 30 dias após a aplicação.

A aplicação sequencial com os herbicidas propanil + triclopir-butotílico (Stampir BR®) e bispiribaque-sódico, ambos com diferentes mecanismos de ação, otimizou o controle da espécie avaliada.

Os resultados obtidos nas avaliações realizadas na pré-colheita, mostram que as respostas se mantiveram semelhantes aos resultados verificados na avaliação realizada aos 30 DAA.

Analisando-se os dados para fitotoxicidade sobre a cultura, nota-se que não foram verificados sintomas de fitointoxicação nas plantas de arroz após a aplicação dos tratamentos herbicidas nas doses testadas.

CONCLUSÃO

Nas condições em que se desenvolveu o experimento, a partir da análise dos dados, pode-se concluir que os herbicidas propanil + triclopir-butotílico (Stampir BR®) na dose de (6,0 L.ha⁻¹), bispiribaque-sódico + óleo mineral na dose de (0,150 L.ha⁻¹ + 0,5% v/v) e penoxsulam + óleo vegetal na dose de (0,200 L.ha⁻¹ + 0,5% v/v), aplicados isoladamente, foram eficientes no controle de *Cyperus iria*.

A aplicação sequencial com os herbicidas propanil + triclopir-butotílico (Stampir BR®) e bispiribaque-sódico, ambos com diferentes mecanismos de ação, otimizou o controle de *C. iria*.

Todos os tratamentos herbicidas aplicados, nas doses testadas, apresentaram praticabilidade agrônômica para a cultura do arroz, não sendo verificados sintomas de fitointoxicação nas plantas.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento à empresa UPL Brasil e a instituição de pesquisa Biomonte Pesquisa e Desenvolvimento, pela oportunidade de realização do presente trabalho de pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BURRILL, L.C.; CARDENAS, J.C.; LOCATELLI, E. **Field manual for weed control research**. Corvallis, OR, 1976.
- DORNELLES, S.H.B. **Caracterização de acessos polimórficos de arroz vermelho do Rio Grande do Sul por descritores morfológicos e microssatélites**. 2009. 101 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.
- OERKE, E.C.; DEHNE, H.W.; SCHONBECK, F.; WEBER, A.; **Crop Production and Crop Protection: Estimated Losses in Major Food and Cash Crops**. Amsterdam, 1994. 794p.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**. 3ª. Ed., Nova Odessa, SP, 2000.
- KISSMANN, K.G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2ª. Ed. Tomo I, São Paulo, SP: Basf S.A., 1997.
- VIDAL, R.A. **Ação dos herbicidas: absorção, translocação e metabolização**. Porto Alegre, RS, 2002.

PEROXIDAÇÃO LIPÍDICA EM PLANTAS DE ARROZ SUBMETIDAS À APLICAÇÃO DE HERBICIDAS SOB CONDIÇÕES DE SALINIDADE NA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

Ítalo Lucas de Moraes¹; Cristina Copstein Cuchiara²; Gabriele Espinel Ávila²; Lariza Benedetti²; Marcelo Peres³; Sidnei Deuner⁴

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., controle químico, estresse salino, herbicidas.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma das culturas mais importantes para a humanidade, uma vez que é alimento de mais de 3 bilhões de pessoas no mundo. Tanto a produtividade quanto a qualidade do arroz podem ser afetados por estresse ambientais, e há uma crescente preocupação sobre os efeitos específicos destes fatores na cultura. A salinidade é um problema ambiental que está aumentando em magnitude em muitas regiões orizícolas, devido a uma combinação de déficit hídrico, altas temperaturas, aumento dos níveis do mar e práticas agrícolas ineficazes (THITISAKSAKUL, 2015).

No RS o arroz irrigado é cultivado nas regiões da Fronteira Oeste, Depressão Central, Campanha, Litoral Sul, Planície Costeira Externa da Lagoa dos Patos e Planície Costeira Interna da Lagoa dos Patos (EMBRAPA, 2005). Nas regiões costeiras deste Estado, em épocas de baixa precipitação é comum a ocorrência de salinização das fontes de irrigação do arroz pela entrada de água do oceano na Laguna, o que pode levar a salinização do solo.

A peroxidação de lipídeos, induzida pelos radicais livres, é considerado como o processo mais prejudicial de deterioração das membranas, podendo ocorrer em todos os organismos vivos (AMIRJANI, 2010). O dano às membranas é tomado como parâmetro para determinar o nível de destruição de lipídeos sob vários estresses. A peroxidação lipídica ocorre quando níveis de EROs se elevam acima de um limiar, assim, não só afetando diretamente o funcionamento celular normal, mas também agrava o estresse oxidativo através da produção de radicais derivados de lipídeos (GILL, 2010).

Na cultura do arroz, o controle químico de plantas daninhas se constitui na principal tática para o manejo destas. A eficácia dos herbicidas é extremamente dependente das condições ambientais. Herbicidas seletivos à cultura pelo metabolismo diferencial, apresentam riscos de ocorrência de injúrias às plantas, pois, além disso esses herbicidas podem atuar promovendo a peroxidação lipídica (MATZENBACHER, 2014). Portanto, é de vital importância o estudo das variações ambientais e seu impacto sobre as operações de manejo na cultura do arroz.

Objetivou-se com este trabalho, avaliar a peroxidação lipídica promovida pelo tratamento com herbicidas na cultura do arroz irrigado em condições de salinidade na água de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o ano agrícola de 2014/15. As unidades experimentais foram compostas por baldes plásticos com capacidade para oito litros, os quais foram preenchidos com solo Planossolo Hidromórfico Eutrófico típico coletado de área

¹Doutorando em Fisiologia Vegetal, Departamento de Botânica/DB, Instituto de Biologia/IB, Universidade Federal de Pelotas/UFPel, Caixa Postal 354, CEP 96010 – 900, Capão do Leão, RS, Brasil, Fone: (53) 3275-7640/Fax: (53) 3275-7169, italolucasmoraes@gmail.com.

²Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, DB, IB, UFPel.

³Graduando em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/FAEM, UFPel.

⁴Professor Adjunto, DB, IB, UFPel.

de várzea no município de Capão do Leão/RS. Foi realizada análise prévia quanto aos atributos químicos do solo, laudo realizado no laboratório de análise de solos pertencente ao Departamento de Solos da Universidade Federal de Pelotas.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial ($A \times B$), sendo o fator A composto pela salinidade na água de irrigação (A_1 salina ou A_2 não salina) e o fator B formado pelos tratamentos: controle (B_1 sem herbicida), profloridim (B_2), clomazone (B_3) e bispiribaque-sódico (B_4) nas dosagens de 170, 600 e 50 g.i.a. ha^{-1} . Cada tratamento constituiu-se de cinco repetições, a cultivar de arroz utilizada foi IRGA 424, na população de 15 plantas por vaso, totalizando a densidade de 300 plantas por metro quadrado.

A escolha dos herbicidas se deu em função do padrão de fitotoxicidade observado, assim como da frequência de seu uso comercial em lavouras de arroz irrigado. Todos os herbicidas utilizados foram testados na presença (A_2) ou ausência (A_1) de salinidade na água de irrigação. Os herbicidas foram aplicados em pós-emergência (antes do estabelecimento da lâmina de água) no estágio vegetativo V3-V4 segundo COUNCE et al. (2000), seguido de uma adubação nitrogenada em cobertura. Para a aplicação dos herbicidas, foi utilizado um pulverizador costal de precisão, pressurizado por CO_2 , equipado com barra composta de quatro pontas de pulverização jato plano do tipo leque, série 110-02, espaçadas em 50 cm, calibrado para aplicar um volume de calda de 150 L ha^{-1} .

Antes do início do estabelecimento da lâmina de irrigação foi fornecida água para manter o substrato na capacidade de campo. Durante o desenvolvimento das plântulas e condução do experimento, as mesmas receberam adubação, conforme as recomendações técnicas da cultura (SOSBAI, 2012). Um dia após a aplicação dos herbicidas foi efetuada irrigação, adicionando uma lâmina de água de 2,5 cm. Essa lâmina de água foi mantida na condição salina em uma condutividade de 7,5 dS m^{-1} , para o fator A_2 (salinidade) essa por sua vez, aferida por meio de um condutivímetro, e nos vasos correspondentes ao fator A_1 (não salino), foi adicionada água destilada. A cada dia foi aferida a condutividade elétrica da lâmina de irrigação dos baldes, para reposição da água na condutividade suficiente para formar a concentração inicial.

A Peroxidação lipídica foi determinada aos sete e 14 DAA em aproximadamente 500 mg de massa fresca obtido de folhas de arroz, cultivar IRGA 424. Os tecidos foram macerados em tampão de extração contendo ácido tricloroacético (TCA) a 0,1%. O homogenato foi centrifugado a 12.000 g, durante 20 minutos e o sobrenadante obtido foi transferido para *ependorf* de 2 mL. A peroxidação lipídica foi determinada por meio da quantificação das espécies reativas ao ácido tiobarbitúrico, conforme descrito por Cakmak & Horst (1991). Duzentos e cinquenta microlitros do sobrenadante foram adicionados a 1 mL do meio de reação composto por 0,5% (p/v) de ácido tiobarbitúrico (TBA) e 10% (p/v) de TCA sendo posteriormente incubados a 90°C, por 20 minutos. A reação foi paralisada por resfriamento rápido em gelo por 10 minutos, logo após a retirada do meio de incubação. As amostras foram em seguida lidas em espectrofotômetro, a 535 nm e 600 nm. O TBA forma complexos de cor avermelhada com aldeídos de baixa massa molecular, como o malonaldeído (MDA), produto secundário do processo de peroxidação. A concentração do complexo MDA/TBA foi calculada pela equação: $[MDA] = (A_{535} - A_{600})/(\xi \cdot b)$, onde ξ : coeficiente de extinção = $1,56 \times 10^{-5} \text{ cm}^{-1}$, e b: comprimento ótico=1. A peroxidação foi expressa em μmol de MDA g^{-1} MF.

Os dados foram submetidos à análise de variância para testar as fontes de variação e suas possíveis interações. As médias foram comparadas entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando para tal, o software estatístico WinStat (MACHADO & CONCEIÇÃO, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável peroxidação lipídica, em todos os períodos avaliados houve diferença significativa ($p < 0,05$) quando avaliados os tratamentos herbicida (fator B) isoladamente

quanto à presença ou ausência da salinidade na água de irrigação (fator A). Todos herbicidas também diferiram significativamente para cada fator isolado ($p < 0,05$) (Figura 1).

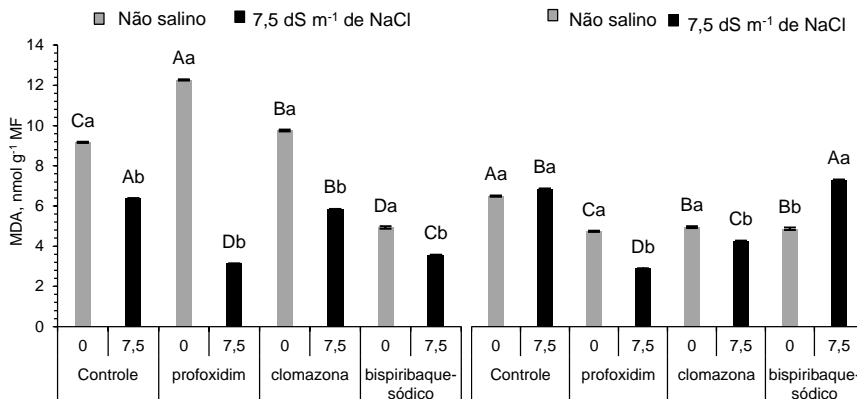


Figura 1. Conteúdo de MDA em folhas de arroz aos sete e aos 14 DAA na cultivar IRGA 424 submetida a diferentes tratamentos herbicidas na presença ou ausência de 7,5 dS m⁻¹ de NaCl na água de irrigação. Letras iguais não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo que, letras maiúsculas, comparam os diferentes herbicidas dentro de cada nível de salinidade, e letras minúsculas, comparam os dois níveis de salinidade para cada herbicida.

Aos sete DAA o herbicida que mostrou a maior peroxidação lipídica foi o inibidor da biossíntese dos lipídeos profloridim, com um aumento de 34% em relação ao controle, seguido do herbicida clomazone com um leve aumento, ambos na ausência de salinidade na água de irrigação (Figura 1). Luo (2004), concluiu que a peroxidação lipídica aumentou em plântulas de carrapicho (*Acanthospermum hispidum*) pela aplicação de fluzafop-p-butil, um herbicida que também atua inibindo a enzima ACCase, sugerindo que a ação deste herbicida se dá também pelo dano as membranas. Clomazone inibe a síntese dos carotenoides, e na ausência destes, em condições de iluminação, são formados oxigênio singlete e clorofila triplet, levando a degradação de clorofilas e peroxidação dos lipídeos de membrana.

Todos herbicidas quando associados à salinidade apresentaram valores de peroxidação abaixo do controle. Esse parâmetro pode sofrer alterações conforme o nível de tolerância da cultivar avaliada. Para Turan (2012), o nível de MDA foi aumentado em resposta ao estresse salino em cultivar sensível ao sal ao passo que não foi alterado na cultivar resistente.

Aos 14 DAA o herbicida inibidor da biossíntese dos aminoácidos de cadeia ramificada bispiribaque-sódico apresentou os maiores valores de peroxidação quando associado ao estresse salino (Figura 1). Wang & Zhou (2006), trabalhando com um herbicida também inibidor de ALS, observaram níveis inferiores de MDA nas folhas e raízes expostas à alta concentração do herbicida em relação ao controle, enquanto baixas concentrações desse herbicida apresentaram aumento nos níveis de MDA em folhas de acordo com o tempo de exposição. O tempo de avaliação pode ter influenciado os resultados aos 14 DAA, pois esse herbicida apresenta uma taxa mais lenta de absorção e metabolização que os demais herbicidas avaliados.

CONCLUSÃO

Os herbicidas proflumetoxim e clomazone aumentam a peroxidação lipídica na ausência de estresse salino aos sete DAA.

A associação dos herbicidas com a salinidade reduz a peroxidação lipídica, com exceção do bispirabaque-sódico aos 14 DAA.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMIRJANI, M. R. Effect of NaCl on some physiological parameters of rice. **EJBS**, 2010.
- CAKMAK, I.; HORST, W. J. Effect of aluminium on lipid peroxidation, superoxido dismutase, catalase, and peroxidases activities in root tips of soybean (*Glycine max*). **Physiologia Plantarum**, v. 83, n.3, p. 463-468, 1991.
- COUNCE, P. A. et al. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 2, p. 436-443, 2000.
- EMBRAPA, **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, Cultivo do Arroz Irrigado no Brasil. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 17 Jun. 2015.
- GILL, S. S.; NARENDRA, T. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, p. 909-930, 2010.
- LUO, X. Y. et. al. Fluazifop-butyl causes membrane peroxidation in the herbicide-susceptible broad leaf weed bristly starbur (*Acanthospermum hispidum*). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, p. 93-102, 2004.
- SHAHBAZ, M., ASHRAF, M. Improving salinity tolerance in cereals. *Crit. Rev. Plant Sci.* 32, 237-249, 2013.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI) Arroz Irrigado: **recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Porto Alegre, RS: SOSBAI, 179p. 2012.
- TURAN, S.; TRIPATHY, B. C. Salt and genotype impact on antioxidative enzymes and lipid peroxidation in two rice cultivars during de-etiolation. **Protoplasma**, v. 250 p. 209–222, 2013.
- THITISAKSAKUL, M. et. al. Effects of Timing and Severity of Salinity Stress on Rice (*Oryza sativa* L.) Yield, Grain Composition, and Starch Functionality. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, p. 2296 - 2304, 2015.
- WANG, M.; ZHOU, Q. Effects of herbicide chlorimuron-ethyl on physiological mechanisms in wheat (*Triticum aestivum*). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 64, p. 190–197, 2006.

SELEÇÃO DE ECÓTIPOS DE ARROZ VERMELHO TOLERANTES À SUBMERSÃO

Tiago Edu Kaspar¹; Rafael Schwalm Rafael²; Christian Menegaz²; Mariah Dupont Mattei²; Aldo Merotto Jr.³

Palavras-chave: *Oryza sativa* L.; Lâmina de água; Arroz Irrigado.

INTRODUÇÃO

O arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) é a planta daninha que exerce maior interferência no cultivo de arroz irrigado. Esta espécie é altamente eficiente na infestação de lavouras, tendo grande facilidade na adaptação a diferentes práticas agronômicas, emergência vigorosa e desenvolvimento sincronizado com a cultura, dificultando o seu controle. O estabelecimento do arroz vermelho é relacionado principalmente a ocorrência de debulha natural e a alta dormência de sementes (DELOUCHE et al., 2007). O controle de arroz vermelho é dificultado devido a pertencer a mesma espécie que o arroz cultivado. As perdas médias de rendimento de grãos em função da presença de arroz vermelho ficam em torno de 20% e, em áreas com altas infestações caso não seja realizado controle adequado, as perdas podem chegar a 90% (AVILA et al., 2000). Em média, a presença de uma planta de arroz vermelho/m² reduz em 2,1% a produtividade de grãos do arroz cultivado (BALBINOT JUNIOR et al., 2003). Uma das práticas mais eficientes no controle desta planta daninha é a inundação da área e do cultivo de arroz através dos sistemas de transplante de sementes pré-germinadas. Porém, a continuidade da utilização deste procedimento tem resultado na evolução de genótipos de plantas de arroz vermelho que adaptaram-se espontaneamente, tornando-se capazes de emergir em condições de inundação, com baixa presença ou ausência de oxigênio. O potencial de estabelecimento do arroz sob condições de baixa ou nenhuma disponibilidade de oxigênio pode ser relacionado com a capacidade diferencial na obtenção de energia via rota anaeróbicas.

Em lavouras de arroz irrigado no Sul do Brasil, principalmente em áreas cultivadas através do sistema pré-germinado, observa-se a ocorrência de germinação e estabelecimento de arroz vermelho mesmo em situações de presença contínua de lâmina de água. Existem diversos trabalhos que avaliaram a variabilidade da tolerância à submersão em arroz cultivado (FUKAO et al., 2006; ISMAIL et al., 2009). Contudo, para arroz vermelho tais estudos são limitados ou inexistentes. O objetivo deste estudo foi avaliar a tolerância diferencial à submersão em 60 ecótipos de arroz vermelho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação da Faculdade de Agronomia da UFRGS, em Porto Alegre, RS. As condições ambientais médias durante a condução do experimento foram de temperatura de 24,5°C e umidade relativa do ar de 60%. A partir de um estudo prévio foi determinado duas lâminas de seleção de arroz vermelho com suspeita de tolerância à submersão; 5,0 e 10 cm de lâmina de água, de forma a selecionar ecótipos com tolerância mediana e elevada à submersão, respectivamente. Sendo assim, um experimento foi desenvolvido em esquema fatorial 62 x 3, sendo o fator A: genótipos de arroz (cultivares Nipponbare e Irga 410; e ecótipos de arroz vermelho) e, Fator B: lâminas de água (5,0 e 10 cm acima do solo) e testemunha (solo saturado). Os ecótipos de arroz vermelho são oriundos da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa

¹ Eng. Agrônomo, Doutorando PPG Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, tiago_kaspar@yahoo.com.br

² Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

³ Eng. Agrônomo, Professor do Departamento de Plantas de Lavoura e do PPG Fitotecnia, Faculdade de Agronomia/UFRGS, Porto Alegre.

Catarina (ITJ 03), do Instituto Riograndense do Arroz (101 ao 961) e de coletas na última safra em áreas cultivadas no sistema pré-germinado no Rio Grande do Sul: São João do Polesine (974 ao 976); Restinga Seca (977); Paraíso do Sul (978); Candelária (982 ao 987); e Agudo (988 ao 999). A semeadura do arroz foi realizada a 0,5 cm de profundidade e em seguida aplicou-se os referidos tratamentos. A emergência foi determinada aos 21 DAS. A manutenção dos tratamentos de disponibilidade de água foi realizada diariamente. A análise estatística consistiu de análise de variância e comparação das médias pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstram que ocorreu interação para os fatores considerados: altura de lâmina de água e genótipo de arroz (Tabela 1). Os ecótipos de arroz vermelho, bem como as cultivares de arroz apresentaram elevada capacidade de estabelecimento em condição de solo saturado, com emergência superior a 70%. No entanto, os ecótipos 995, 998 e 999 demonstraram baixo potencial germinativo, possivelmente por suas sementes apresentarem dormência. As duas cultivares utilizadas no estudo, Nipponbare e Irga 410 apresentaram baixa capacidade de suportar submersão durante a emergência, obtendo emergência quando comparado a testemunha em torno de 24 e 16,67 % para a lâmina de água de 5,0 cm, respectivamente. Já para a lâmina de 10 cm, ambas cultivares, não apresentaram emergência.

Os genótipos de arroz vermelho 924, 977, 982 e 984, quando submetidos a altura de lâmina de 5,0 cm, apresentaram percentuais de emergência superior a 50%. Esta característica é um indicativo de início de evolução para tolerância a submersão. Enquanto que a maior capacidade de tolerância à submersão durante a emergência para ambas as alturas de lâmina utilizadas, foi observada para o ecótipo ITJ 03, que apresentou percentual de emergência de 92 e 88% para 5,0 e 10,0 cm, respectivamente. O maior potencial de tolerância demonstrado por este genótipo pode estar associado ao maior tempo de seleção por submersão que ele foi submetido, uma vez que é proveniente de área cultivada por muitos anos sob o sistema pré-germinado, na região de Itajaí, SC.

O estabelecimento do arroz sob condições de baixa ou nenhuma disponibilidade de oxigênio, como é o caso de alguns ecótipos de arroz vermelho do presente trabalho, pode ser relacionado à capacidade diferencial na obtenção de energia via rotas anaeróbicas. Em estudos com cultivares de arroz tolerantes à hipóxia durante a germinação e emergência foi observado maior expressão do gene *RAmy3D* (*Rice alpha-amylase 3D*) quando as sementes foram germinadas em baixa disponibilidade de oxigênio (ISMAIL *et al.*, 2009). Quando avaliada a expressão do gene *RAmy3D* no coleóptilo e radícula de plântulas de arroz em condição de anóxia, verificou-se incremento da sua expressão de até 592 vezes, até o oitavo dia após a embebição das sementes (LASANTHI-KUDAHETTIGE *et al.*, 2007). É importante ressaltar que esse gene é responsável por codificar a enzima alfa-amilase, que está envolvida na mobilização de reservas durante a germinação e concomitantemente a ação da enzima sacarose sintase (SUS3), promovendo a liberação de açúcares solúveis em condição de deficiência de oxigênio, que é parte essencial do metabolismo anaeróbico para obtenção de energia (FUKAO *et al.*, 2006; ISMAIL *et al.*, 2009). Estudos de caracterização genética em arroz vermelho poderão elucidar o mecanismo genético que determina essa capacidade de estabelecimento, podendo ser o primeiro passo para a compreensão dessa evolução, bem como para traçar novas estratégias para o seu controle. Ainda em estudo sobre o mecanismo de tolerância à anóxia durante a germinação e emergência foi recentemente identificado o gene *OsB12D1* que codifica uma enzima possivelmente relacionada ao aumento do transporte de elétrons na mitocôndria através da mediação de Ferro, permitindo a obtenção de ATP mesmo em condições de anóxia (HE *et al.*, 2014). Desta forma, esses genes são potenciais alvos de estudos moleculares para caracterização da tolerância a submersão no ecótipo ITJ 03 e nos demais ecótipos que apresentam essa característica.

Tabela 1 – Emergência de ecótipos de arroz vermelho submetidos a diferentes alturas de lâmina de água. Porto Alegre, 2015.

Ecótipo	Saturado	Sub. 5 cm	Sub. 10 cm	Continuação....			
Nippo.	A 83,33 b*	B 24,00**de	C 0,00 d	Ecótipo	Saturado	Sub. 5 cm	Sub. 10 cm
IRGA 410	A 80,00 b	B 16,67 de	C 0,00 d	924	A 90,00 a	B 66,67 b	C 37,04 b
ITJ 03	A 93,33 a	A 92,00 a	A 88,00 a	925	A 76,67 bc	B 21,74 de	C 8,69 cd
101	A 83,33 b	B 4,00 ef	B 0,00 d	929	A 66,67 bc	B 30,00 cd	C 0,00 d
102	A 73,33 b	B 22,73 de	C 0,00 d	932	A 96,67 a	A 13,79 de	C 0,00 d
113	A 53,33 c	B 18,75 de	C 0,00 d	937	A 60,00 c	B 11,11 ef	C 0,00 d
114	A 76,67 bc	B 8,70 ef	B 8,70 cd	939	A 90,00 a	B 18,52 de	B 14,82 cd
115	A 70,00 bc	B 4,76 ef	B 0,00 d	954	A 76,67 bc	B 17,39 de	C 0,00 d
128	A 80,00 b	B 16,67 de	B 8,33 cd	961	A 96,67 a	C 3,45 ef	C 0,00 d
131	A 66,67 bc	B 15,00 de	C 0,00 d	974	A 83,33 b	B 8,00 ef	B 0,00 d
140	A 66,67 bc	B 15,00 de	B 10,00 cd	975	A 83,33 d	B 0,00 f	B 0,00 d
150	A 80,00 b	B 4,17 ef	B 0,00 d	976	A 80,00 b	B 4,17 ef	B 4,17 d
900	A 83,33 b	B 12,00 de	B 12,00 c	977	A 66,67 bc	A 60,00 b	B 20,00 c
901	A 26,67 d	B 0,00 f	B 0,00 d	978	A 66,67 bc	B 44,50 c	C 0,00 d
902	A 76,67 bc	B 8,69 ef	B 0,00 d	982	A 70,00 bc	B 52,38 bc	C 0,00 d
903	A 73,33 bc	B 4,55 ef	B 0,00 d	983	A 76,67 bc	B 8,70 ef	B 4,35 d
905	A 83,33 b	B 16,00 de	B 8,00 cd	984	A 70,00 b	A 66,67 b	B 9,52 cd
906	A 86,67 ab	B 15,38 de	B 11,54 cd	985	A 63,33 c	B 42,11 c	C 0,00 d
907	A 86,67 ab	B 11,54 e	C 0,00 d	986	A 66,67 bc	B 25,00 de	C 0,00 d
908	A 93,33 a	B 0,00 f	B 0,00 d	987	A 66,67 bc	B 25,00 de	C 0,00 d
910	A 60,00 c	B 5,56 ef	B 0,00 d	988	A 60,00 c	B 8,69 ef	B 0,00 d
911	A 33,33 d	B 10,01 ef	B 10,00 cd	989	A 76,67 bc	B 8,70 ef	B 4,35 d
912	A 93,33 a	B 25,00 de	C 7,14 cd	990	A 60,00 c	B 10,70 ef	B 5,49 d
914	A 76,67 bc	B 43,48 c	C 21,74 c	991	A 70,00 bc	B 4,76 ef	B 4,76 d
915	A 73,33 bc	B 9,09 ef	B 9,09 cd	993	A 66,67 bc	B 20,00 de	B 10,00 c
916	A 66,67 bc	B 20,00 de	B 20,00 c	994	A 80,00 b	B 12,50 de	B 8,33 cd
917	A 63,33 c	B 5,26 ef	B 0,00 d	995	A 43,33 cd	B 23,08 de	C 0,00 d
918	A 90,00 a	B 18,52 de	B 7,41 cd	996	A 76,67 bc	B 17,40 de	C 0,00 d
920	A 100,00 a	B 6,67 ef	B 0,00 d	997	A 83,33 b	B 28,00 de	C 0,00 d
921	A 83,33 b	B 20,00 de	B 16,00 cd	998	A 23,33 d	A 24,68 de	A 8,69 cd
922	A 66,67 bc	B 30,00 cd	C 10,00 cd	999	A 23,33 d	A 36,67 cd	B 0,00 d
923	A 60,00 c	B 44,44 c	B 38,89 b	CV (%) 27,3			

*Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). **Médias da emergência para 5,00 e 10,0 cm de lâmina de água calculadas em função da emergência de cada ecótipo.

CONCLUSÃO

A seleção de arroz vermelho para tolerância à submersão indicou a existência de um ecótipo com elevada tolerância à submersão durante a emergência, e de outros com tolerância intermediária. A variabilidade existente entre os ecótipos de arroz vermelho indicam evolução da adaptação frente à utilização da lâmina de água como controle nos sistemas de cultivo pré-germinado ou transplante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVILA, L. A. D. et al. Banco de sementes de arroz vermelho em sistemas de semeadura de arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 5, p. 773-777, 2000.
- BALBINOT JUNIOR, A. A. et al. Competitividade de cultivares de arroz irrigado com cultivar simuladora de arroz-vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 53-59, 2003.
- DELOUCHE, J. C. et al. **Weedy rices-origin, biology, ecology, and control**. Rome: FAO, 2007. 144p.
- FUKAO, T. *et al.* A variable cluster of ethylene response factor-like genes regulates metabolic and developmental acclimation responses to submergence in rice. **Plant Cell**, Berlin, v. 18, n. 8, p. 2021–2034, 2006.
- HE, D. *et al.* The Mitochondrion-located protein OsB12D1 Enhances flooding tolerance during seed germination and early seedling growth in Rice. **International Journal of Molecular Sciences**, Switzerland, v.15, p.13461-13481, 2014.
- LASANTHI-KUDAHETTIGE R. et al. Transcript profiling of the anoxic rice coleoptile. **Plant Physiology**, Bethesda v. 144, p. 218–231, 2007.
- ISMAIL A. M. et al. Mechanisms associated with tolerance to flooding during germination and early seedling growth in rice (*Oryza sativa*). **Annals of Botany**, Oxford, v.103, p.197–209, 2009.

SELETIVIDADE DO HERBICIDA SAFLUFENACIL NA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO

Joice Fernanda Lübke Bonow¹; Matheus Bastos Martins²; Guilherme Alves Bello³,
Ivana Santos Moisinho⁴; Diego de Medeiros⁵; Gustavo Mack Teló⁶; André Andres⁷

Palavras-chave: *Oryza sativa*, fitotoxicidade, pós-emergência, protoporfirinogênio.

INTRODUÇÃO

O estado do Rio Grande do Sul obtém anualmente os maiores índices de produção de grãos de arroz do Brasil, respondendo por 66% da produção brasileira (CONAB, 2015). Porém, a média de produtividade de grãos alcançada nas lavouras é aquém do potencial produtivo dos cultivares de arroz irrigado. Estima-se que a produção de arroz sofre interferência negativa de diversos fatores, resultando em menor rendimento de grãos. Dentre esses, a interferência exercida pelas plantas daninhas pode ocasionar índices de perdas próximas de 35% (OERKE et al., 2004). Tal fato ocorre por estas plantas possuírem mecanismos mais desenvolvidos para o aproveitamento dos recursos necessários ao seu desenvolvimento, tais como, nutrientes, água e luz (CHISTOFFOLETI et al., 2004).

O principal método de controle das plantas daninhas na cultura do arroz irrigado, ainda consiste no controle químico através da aplicação de herbicidas, tanto na condição de pré-emergência como em pós-emergência das plantas daninhas. O saflufenacil, é um herbicida de recente disponibilidade no mercado Brasileiro, atuando sobre espécies daninhas conhecidas como folhas largas, e classificado no grupo dos inibidores da enzima protoporfirinogênio IX oxidase (PPO) (GROSSMANN et al., 2010). Esse herbicida catalisa a conversão do protoporfirinogênio IX para protoporfirina IX (Protox), o bloqueio dessa rota metabólica previne a síntese de clorofila e citocromo no cloroplasto (GEIER et al., 2009). Cabe destacar que a seletividade das plantas de determinados herbicidas ocorre basicamente pela metabolização da molécula do herbicida e pode variar entre genótipos de arroz irrigado (GROSSMANN et al., 2010). Nesse sentido o objetivo do trabalho foi avaliar a seletividade do herbicida saflufenacil aplicado em pós-emergência da cultivar de arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na EMBRAPA Clima Temperado-Estação Experimental de Terras Baixas, no município do Capão do Leão-RS, na safra agrícola de 2014/15, no sistema de cultivo convencional. A semeadura do arroz foi realizada em 30 de outubro de 2014, utilizando o cultivar BRS Pampa, na densidade de 100 kg ha⁻¹. A adubação utilizada foi de 15 kg de N ha⁻¹, 60 kg P₂O₅ ha⁻¹ e 60 K₂O ha⁻¹, complementado com aplicação de nitrogênio no estágio fenológico V4 (60 kg ha⁻¹) e no estágio R0 (40 kg ha⁻¹). As práticas de manejo foram realizadas conforme as recomendações técnicas para a cultura do arroz irrigado (SOSBAI, 2014).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, com parcelas nas dimensões de 3x5 m. Os tratamentos foram compostos pela aplicação do herbicida saflufenacil nas doses; 0, 21, 42, 63, 84, 105, 126, 147 g i.a. ha⁻¹ juntamente com adjuvante mineral (0,5% v/v) aplicado aos 20 dias após a emergência do arroz (estádio fenológico V4) com auxílio de um pulverizador costal pressurizado por CO₂ equipado com

¹ Engenheira Agrônoma, Universidade Federal de Pelotas, Av. Eliseu Maciel – 265. E-mail: joicef.agronomia@gmail.com

² Graduando do curso de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas.

³ Graduando do curso de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas.

⁴ Graduando do curso de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, bolsista FAPERGS.

⁵ Graduando do curso de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas.

⁶ Eng. Agr. Dr. Pesquisador Visitante da EMBRAPA Clima Temperado/CAPES.

⁷ Eng. Agr. Dr. Pesquisador da EMBRAPA Clima Temperado.

barra munida de quatro pontas de jato plano do tipo leque, série 110.02, espaçadas 50 cm, calibrado para distribuir volume de calda de 140 L ha⁻¹.

A avaliação visual da fitotoxicidade do herbicida às plantas foi realizada aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA). Foram atribuídas notas percentuais que variam de 0 a 100%, onde zero correspondeu a nenhum sintoma de fitotoxicidade e 100% a morte das plantas (GAZZIERO et al., 1995).

O rendimento de grãos foi estimado através da colheita efetuada manualmente quando os grãos apresentaram grau de umidade média de 22%, em área útil de 2,55 m⁻² (3,0 x 0,85 m). Após a trilha, limpeza, secagem e pesagem dos grãos com casca, os dados foram corrigidos para 13% de umidade e convertidos em kg ha⁻¹.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste das pressuposições do modelo matemático (normalidade e homogeneidade das variáveis). A análise da variância dos dados do experimento foi realizada através do teste F, e as médias dos fatores quantitativos submetidas à análise de regressão polinomial, testando-se os modelos, linear e quadrático, através do pacote estatístico SISVAR versão 5.0 (FERREIRA, 2000). Os dados de fitotoxicidade às plantas de arroz foram transformados em $yt = \arcseno \sqrt{(y+0,5)/100}$. Para os resultados expressos graficamente, determinou-se o intervalo de confiança ($P \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados evidenciou efeito das doses do herbicida na fitotoxicidade às plantas de arroz irrigado. Na Figura 1, são apresentados os resultados de fitotoxicidade das plantas de arroz verificado aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) após a aplicação do herbicida saflufenacil em diferentes doses.

Aos 7 DAA, verificou-se sintomas de fitotoxicidade as plantas de arroz variando de 0 a 55%. Os maiores valores foram observados consecutivamente para as maiores doses do herbicida saflufenacil. A clorose observada nas folhas das plantas aos 7 DAA podem ser reflexo da fase inicial de degeneração dos cloroplastos e/ou inibição da clorofila, isso ocorre através da ação do herbicida que provoca inicialmente sintomas como manchas verde escuras nas folhas, que posteriormente progridem para necrose e secamento das folhas (SOLTANI et al., 2010). Cabe destacar que plantas suscetíveis a este grupo químico de herbicida apresentam inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase que é absorvida por raízes e folhagem das plantas, translocado no xilema e tem limitada mobilidade no floema, sendo que sua seletividade ocorre basicamente pela metabolização da molécula do herbicida (PROTOX) (SOLTANI et al., 2010).

Para a avaliação realizada aos 14 DAA, não houve diferenças entre as doses do herbicida em relação aos sintomas de fitotoxicidade das plantas. Estima que as plantas de arroz irrigado apresentam capacidade de metabolização deste herbicida, mesmo quando utilizada na maior dose (147 g i.a. ha⁻¹). As maiores doses de saflufenacil não superaram 50% de fitotoxicidade nas plantas de arroz irrigado. Os resultados observados aos 21 DAA, mostram uma redução na ordem de 12,5% em relação aos valor médio de fitotoxicidade observado aos 14 DAA.

Na avaliação realizada aos 28 DAA, observa-se um comportamento linear na fitotoxicidade às plantas de arroz, obtendo um valor máximo de 30% de fitotoxicidade nas plantas. A rápida recuperação das injúrias nas folhas das plantas de arroz irrigado provavelmente foi impulsionada e auxiliada pelas condições climáticas que sucederam à aplicação do herbicida, sendo principalmente devido à elevada temperatura ocorrida no mês de novembro, além das práticas de manejo empregadas no cultivo do arroz irrigado propiciando assim o rápido desenvolvimento da cultura.

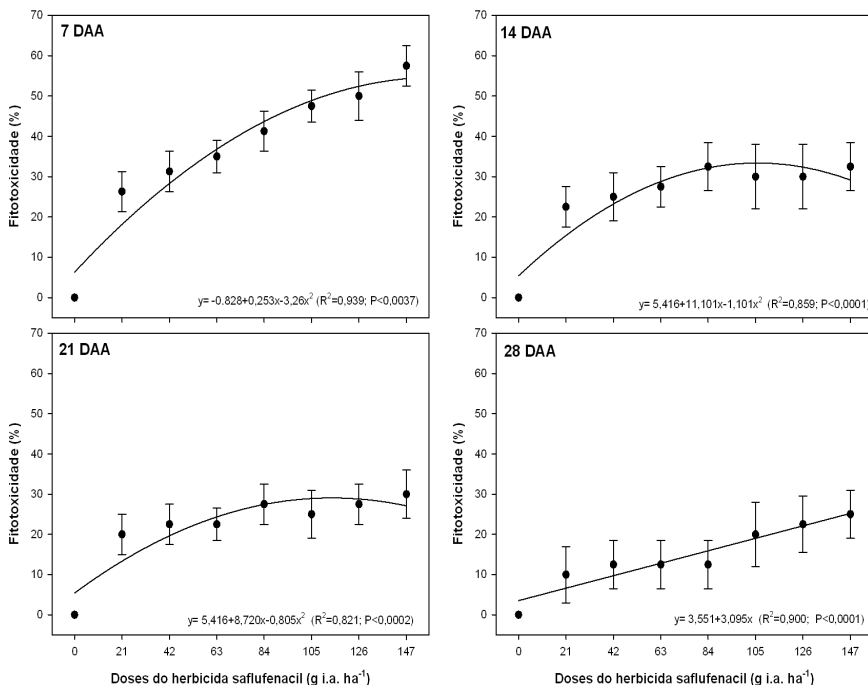


Figura 1- Fitotoxicidade de plantas de arroz irrigado em função da aplicação de diferentes doses do herbicida saflufenacil, avaliado aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação do herbicida (DAA). EMBRAPA, Capão do Leão - RS, 2015. Intervalos de confiança com 95% de significância.

Com relação ao rendimento de grãos de arroz (Figura 2), observou-se que não houve diferenças significativa em razão das doses do herbicida saflufenacil aplicado na cultura do arroz irrigado, sendo que os valores variaram entre 8500 a 9000 kg ha⁻¹. Resultados neste sentidos foram observados por Camargo et al. (2011), onde avaliaram a influência da aplicação do herbicida saflufenacil em diferentes doses (0, 25, 50, 100 e 200 g i.a. ha⁻¹), verificando que apesar da fitotoxicidade das plantas de arroz na ordem de 70% não prejudicou o rendimento de grãos de arroz.

Estes dados indicam que o saflufenacil, aplicado em lavouras estabelecidas na época recomendada para a cultura do arroz irrigado, é seletivo para a cultura e pode ser utilizado na faixa das doses de registro para controle de plantas daninhas na cultura do arroz. Estudos complementares devem ser realizados para verificar o comportamento desta molécula em plantas de arroz estabelecidas em períodos precoces de semeadura de arroz irrigado no Sul do Brasil.

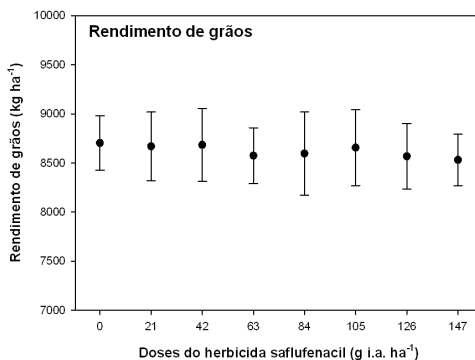


Figura 2- Rendimento de grãos de arroz irrigado (kg ha^{-1}) em função da aplicação de diferentes doses do herbicida saflufenacil, avaliado aos 07, 14, 21 e 28 dias após aplicação do herbicida (DAA). EMBRAPA, Capão do Leão - RS, 2015. Intervalos de confiança com 95% de significância.

CONCLUSÃO

A aplicação do herbicida saflufenacil em doses que variam de 21 a 147 g i.a. ha^{-1} é seletiva para as plantas de arroz irrigado semeadas na época recomenda para a cultura, não afetando o rendimento de grãos de arroz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMARGO, E.R. et al. Rice tolerance to saflufenacil in clomazone weed control program. **International Journal of Agronomy**, v. 12, n. 4, p. 453-461, 2011.
- CHRISTOFFOLETI, P.J. et al. (3^o Ed.), **Aspectos de Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas**. Piracicaba, SP: Dados de catalogação e informação 2004.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB. **Levantamentos de safra: 2^o Levantamento de grãos safra 2014/2015**.
- COSTA, S.A. et al. Seletividade do herbicida saflufenacil aplicado em pós-emergência em dez variedades de cana-de-açúcar. **Agrária**, v. 79, n. 1, p. 111-118, 2012.
- FERREIRA, D.F. Sistema SISVAR para análises estatísticas: **Manual de orientação**. Lavras: Universidade Federal de Lavras/Departamento de Ciências Exatas, 2000.
- GAZZIERO, D.L.P. et al. (1^o Ed.), **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina, PR: Sociedade Brasileira da Ciência de Plantas Daninhas, 1995.
- GEIER, P.W. et al. Dose responses of five broadleaf weeds to saflufenacil. **Weed Technology**, v. 23, n. 2, p. 313-316, 2009.
- GROSSMANN, K. et al. The herbicide saflufenacil (KixorTM) is a new inhibitor of protoporphyrinogen IX oxidase activity. **Weed Science**, v. 58, n. 1, p. 1-9, 2010.
- OERKE, E.C. et al. Safeguarding production losses in major crops and the role of crop protection. **Crop Protection**, v. 23, n. 4, p.275-285, 2004.
- SOLTANI, N. et al. Response of corn to preemergence and postemergence applications of Saflufenacil. **Weed Technology**, v. 23, n.3, p. 331-334, 2009.
- SOSBAI. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. **Recomendações da pesquisa para o Sul do Brasil**. Bento Gonçalves, RS. Sosbai, 2014. p 119-165.

THE POTENTIAL FOR BENZOBICYCLON FOR CONTROL OF COMMON RICE WEEDS

Benjamin M. McKnight¹, Eric P. Webster¹, Eric A. Bergeron¹, Samer Y. Rustom, Jr.¹

Keywords: *Oryza sativa* L., carotenoid biosynthesis.

INTRODUCTION

Benzobicyclon is an HPPD inhibiting herbicide that is currently marketed for use in Japan (McKnight et al. 2014a). Typical symptoms on susceptible weed species following herbicide application include bleached white plant tissue followed by necrosis and plant death (McKnight et al. 2014b; 2014c). Field studies were conducted with benzobicyclon in the 2013 growing season at the LSU AgCenter Rice Research Station near Crowley, Louisiana and glasshouse studies were established at the Louisiana State University campus in Baton Rouge, Louisiana. The scope of this research was to evaluate the activity of benzobicyclon on common Mid-South rice weed species.

MATERIALS AND METHODS

In a field study, benzobicyclon was applied into a 1.5 m by 5.2 plots containing a single randomly place 91-cm diameter by 30-cm deep galvanized ring per plot. The rice was under permanent flooded conditions, the rings were used to contain herbicide and prevent dilution. Herbicide treatments consisted of benzobicyclon applied at nine different rates: 31, 62, 123, 185, 246, 492, 738, 984, and 1230 g a.i. ha⁻¹. The applications were made with a CO₂ backpack sprayer calibrated to deliver 140L/ha when duckweed [*Heteranthera limosa* (Sw.) Willd.] was at the spoon growth stage. Other weeds present in the plot area were Indian jointvetch (*Aeschynomene indica* L.), barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* L.), and yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.). Visual control ratings were collected 10, 21, 35, and 49 days after treatment (DAT).

In a separate glasshouse study, 3- to 6-leaf yellow nutsedge plants were transplanted into 38-liter plastic containers designed to hold flood depths of 5 and 10-cm. Plants were allowed to establish and a flood was introduced 5 days before treatments were applied. Five rates of benzobicyclon were applied: 246, 492, 984, 1476, and 1968 g a.i. ha⁻¹. Treatments were applied with a CO₂ backpack sprayer calibrated to deliver 140 L ha⁻¹. Visual control ratings were collected 14, 21, and 28 DAT. At the conclusion of the study, 28 DAT, the plants were harvested. Data collected on the harvested plants included height, total fresh weight, above ground weight, root weight, and tuber counts.

RESULTS AND DISCUSSION

In the field study, duckweed control was greater than 85% when treated with benzobicyclon at rates of 123 g a.i. ha⁻¹ and higher at 21, 35, and 49 DAT (Table 1). At 49 DAT, duckweed treated with the 62 g a.i. ha⁻¹ was controlled less than duckweed treated with the higher rates of benzobicyclon; however, control was still greater than 90% indicating that duckweed is susceptible to benzobicyclon at low rates. The highest observed barnyardgrass control was observed at 49 DAT when barnyardgrass was treated with the highest rate, 1230 g/ha. Indian jointvetch and yellow nutsedge control were similar as the highest control was observed when treated with the 1230 g a.i. ha⁻¹ rate, 49 DAT. Control at 49 DAT for Indian jointvetch and yellow nutsedge was 70 and 75%, respectively. Yellow nutsedge control at 10 indicating that several weeks are necessary for full activity of benzobicyclon to occur.

In the glasshouse study, the highest yellow nutsedge control of 79% was observed when treated with the 984 g a.i. ha⁻¹ rate of benzobicyclon under a 10-cm flood, 28 DAT. The tallest plants at the conclusion of the study were observed in the nontreated containers.

Heights of the nontreated plants in the 5 and 10-cm floods were 66 and 59-cm, respectively, and were taller than any yellow nutsedge receiving benzobicyclon treatment in either flood depth. Nontreated plants in both flood depths also had more tubers than any plants receiving benzobicyclon at 28 DAT (Table 2).

Table 1. Control of Indian jointvetch, yellow nutsedge, barnyardgrass, and duck salad at 49 DAT under flooded conditions with benzobicyclon applied at different rates.

Benzobicyclon g a.i. ha ⁻¹	Indian jointvetch	Yellow nutsedge	Barnyardgrass	Duck salad
	#			
31	0 d	9 ef	5 fg	48 c
62	3 d	11 ef	6 efg	94 b
123	5 d	23 de	16 def	98 a
185	5 d	21 de	18 de	96 ab
246	8 d	30 cd	25 d	98 a
492	30 c	44 bc	45 c	99 a
738	39 bc	48 b	75 ab	99 a
984	40 b	51 b	64 b	99 a
1230	70 a	75 a	81 a	99 a

Table 2. Mean yellow nutsedge tuber count following benzobicyclon treatment under two different flood depths.

Benzobicyclon Rate g a.i. ha ⁻¹	5-cm Flood Depth	10-cm Flood Depth
	#	
Nontreated	6.1 a	5.4 a
246	2.0 b	0.7 b
492	1.0 b	0.0 b
984	2.0 b	0.2 b
1476	0.6 b	0.1 b
1968	0.1 b	0.0 b

CONCLUSION

Benzobicyclon exhibits activity on common weeds found in Mid-South rice cropping systems. Flood water must remain on a field for residual control throughout the season. In combination with cultural practices, benzobicyclon has shown effective on many common weeds in mid-south rice production. This herbicide does not totally control yellow nutsedge, but yellow nutsedge tuber production can be eliminated. The lack of tuber production causes the plant to have an annual growth characteristic, and by preventing tuber production this could help with the management of this weed. Benzobicyclon can be a beneficial herbicide within a herbicide program for Louisiana and mid-south rice production systems.

ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to thank Dr. Steve Linscombe and the staff of the Louisiana State University Agricultural Center Rice Research Station. Louisiana Rice Research Board provided partial funding for this project.

REFERENCES

- McKnight, B.M., E.P. Webster, J.C. Fish, and E.A. Bergeron. 2014a. Potential of benzobicyclon for weed management in rice. *Proc. South. Weed Sci. Soc.* 67:203.
- McKnight, B.M., E.P. Webster, J.C. Fish, C. Sandoski. 2014b. Activity of benzobicyclon on common rice weeds. *Rice Tech. Wrkg. Grp.* 35:106.
- McKnight, B.M., E.P. Webster, J.C. Fish, and C. Sandoski. 2014c. Potential for benzobicyclon under common Louisiana rice cropping systems. *Rice Tech. Wrkg. Grp.* 35:100.

TOLERÂNCIA A HERBICIDAS DA CULTIVAR IRGA 424 EM DUAS ÉPOCAS DE SEMEADURA

Leonard Piveta¹, José Alberto Noldin², Rafael Becker³, Egeu Dutra³, Eduardo Nogueira³, Joelmir Oliveira³, Jallison Nunes³

Palavras-chave: Fitotoxicidade, inibidores da ALS, dietholate, *Oryza sativa*

INTRODUÇÃO

A semeadura precoce do arroz pode dificultar seu estabelecimento devido à exposição das plantas a baixas temperaturas do solo, além de reduzir a seletividade de herbicidas. Tal fato tem sido observado na metade sul do RS, onde as lavouras semeadas precocemente apresentam fitotoxicidade elevada causada por herbicidas seletivos. A seletividade se manifesta de diversas formas, por se tratar de uma combinação entre os fatores da cultura (espécies), herbicida e ambiente.

Assim, o estudo teve por objetivo avaliar a seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência (penoxsulam, bispyribac-sodium, profoxydim, cyhalofop-butyl e a mistura formulada de propanil + thiobencarb) em três manejos de tratamento de sementes com dietholate sobre a cultivar IRGA 424, em duas épocas de semeadura.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em condições de campo, na estação de cultivo 2011/12, no Centro Agropecuário da Palma (CAP) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), localizado no município de Capão do Leão/RS. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial, com quatro repetições, onde o fator A foi composto por duas épocas de semeadura (precoce e tardia), baseadas no limite inferior e superior do zoneamento agroclimático para o cultivo do arroz no Estado do Rio Grande do Sul (SOSBAI, 2014). A primeira época foi instalada dia 28 de setembro (início do período recomendado) e a segunda época no primeiro dia do mês de novembro (final do período recomendado). O fator B foi constituído pelo tratamento de sementes (TS) com dietholate e aplicação em pré-emergência do arroz a 2,0 L ha⁻¹ do herbicida clomazone 360 CS (720g i.a. ha⁻¹), sendo que o primeiro manejo (M1) não foi realizado o TS e não houve a aplicação do clomazone; o segundo manejo (M2), foi realizado o TS com dietholate e não houve aplicação de clomazone e, por fim, o terceiro manejo (M3), TS com dietholate e aplicação de clomazone; o fator C foi composto por seis tratamentos, sendo cinco tratamentos herbicidas e uma testemunha capinada (Tabela 1).

As unidades experimentais foram compostas por parcelas de nove linhas espaçadas em 0,17 m, perfazendo área total de 8,42 m² (5,5 x 1,53 m). O preparo de solo foi realizado no sistema de cultivo convencional. A cultivar de arroz avaliada foi a IRGA 424 na densidade de 300 sementes m⁻². As sementes do manejo M2 e M3 foram previamente tratadas com o dietholate (Permit Star[®]) na dose de 0,625 L de p.c. por 100 kg de semente. A adubação de base foi realizada na linha de semeadura conforme análise de solo e os demais tratos culturais foram efetuados conforme as recomendações técnicas da pesquisa para o cultivo de arroz irrigado no Sul do Brasil (SOSBAI, 2014).

A área experimental possuía baixa infestação de plantas daninhas, sendo preparada após pousio de cinco anos. Antes da instalação de cada época de semeadura, realizou-se a

¹ Eng. Agr., M.Sc, Doutorando em Fitossanidade - Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão – RS, CEP: 96010-900, leonard_piveta@hotmail.com.

² Eng. Agr., Ph.D, Pesquisador da Epagri/Estação Experimental de Itajai, SC.

³ Graduando em Agronomia, FAEM/UFPel.

dessecação da área com a aplicação do herbicida glyphosate na dose de 1440 g i.a ha⁻¹. Os tratamentos herbicidas foram aplicados em pós-emergência do arroz, quando as plantas se encontravam em estado fenológico de três a quatro folhas. A aplicação foi realizada com auxílio de um pulverizador costal de precisão, pressurizado com CO₂, equipado com bico do tipo leque com quatro pontas de pulverização 110.015, espaçadas em 0,5 m, calibrado para aplicar 150 L ha⁻¹ de calda herbicida.

Os dados obtidos foram analisados previamente quanto ao atendimento das pressuposições da análise de variância quanto à normalidade e homocedasticidade. Quando necessário, os dados foram transformados e submetidos à análise da variância (p≤0,05). O teste t (p≤0,05) foi utilizado para a comparação de épocas de semeadura e o de Tukey (p≤0,05) foi utilizado para comparação entre manejos e entre os tratamentos herbicidas.

Tabela 1. Descrição dos diferentes tratamentos utilizados. Centro Agropecuário da Palma, Capão do Leão, RS, 2011/12.

Tratamentos	Dose	Manejos		
	(g i.a ha ⁻¹)	M1	M2	M3
T1 - penoxsulam ^{1/}	174	a	Aa	ABa
T2 - bispyribac-sodium ^{2/}	97	a	Aa	ABa
T3 - profoxydim ^{3/}	560	a	Aa	ABa
T4 - cyhalofop-butyl ^{1/}	1268	a	Aa	ABa
T5 – (propanil+thiobencarb)	2820 + 1200	a	Aa	ABa
T6 - testemunha capinada	----	-	A	AB

^{1/} = acrescido de 1,0 L ha⁻¹ do adjuvante VegetOil®

^{2/} = acrescido de 0,25% v/v de Iharaguen®

^{3/} = acrescido de 0,5% v/v de Dash®

A= tratamento de sementes com dietholate

B= aplicação em pré-emergência do arroz irrigado de 2,0 L ha⁻¹ clomazone (720g i.a. ha⁻¹)

a= aplicação em pós-emergência dos tratamentos herbicidas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística dos dados mostrou interação entre épocas de semeadura e herbicidas aos 14, 21, 28 e 35 DAA (Dias Após Aplicação dos Tratamentos Pós-Emergentes) para a variável fitotoxicidade (Figura 2) enquanto que, na avaliação aos 7 DAA (Figura 1) não houve interação entre os fatores, porém ocorreram diferenças significativas para herbicidas e também para épocas de semeadura.

Os resultados encontrados na Figura 1A mostram que a época de semeadura teve influência sobre o desempenho da atividade herbicida e, em média, os níveis de fitotoxicidade nas aplicações realizadas no arroz semeado no mês de setembro foram superiores aos observados nas aplicações do mês de novembro. Já, quando a comparação é feita entre herbicidas, e estes com a testemunha capinada (Figura 1B), os resultados mostraram maior fitotoxicidade dos tratamentos com bispyribac-sodium e penoxsulam em comparação aos demais herbicidas utilizados.

Na segunda avaliação, realizada aos 14 DAA (Figura 2A), verificou-se que aqueles herbicidas que haviam causado injúrias mais acentuadas aos 7 DAA, mantiveram aos 14 DAA o mesmo comportamento, inclusive aumentando os níveis de fitotoxicidade nas plantas de arroz. Nas plantas tratadas com (propanil + thiobencarb) e cyhalofop-butyl na segunda época de semeadura, as injúrias nelas observadas, foram consideradas insignificantes.

Os resultados observados, aos 21 DAA (Figura 2B), relativos ao acompanhamento da recuperação das plantas de arroz demonstram que na primeira época de semeadura, em muito pouco diminuíram os sintomas de fitotoxicidade no arroz comparativamente aos 14 DAA. O arroz semeado na primeira época continuou mostrando níveis de fitotoxicidade elevada nos tratamentos com bispyribac-sodium, penoxsulam e profoxydim, porém, na

segunda época de semeadura os sintomas até então observados, decresceram significativamente e, proporcionalmente, mais para o tratamento com profoxydim que da primeira para a segunda época reduziu de 10 para 2,8%.

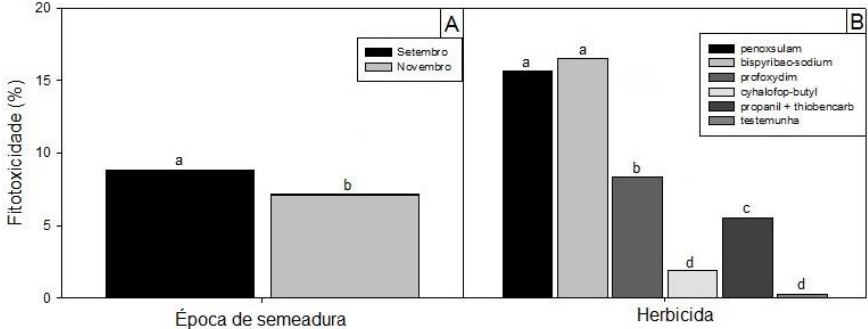


Figura 1. Toxicidade média entre épocas de semeadura (A) e herbicidas (B) às plantas de arroz aos 7 dias após a aplicação dos tratamentos em arroz irrigado. Capão do Leão, RS, 2011/12.

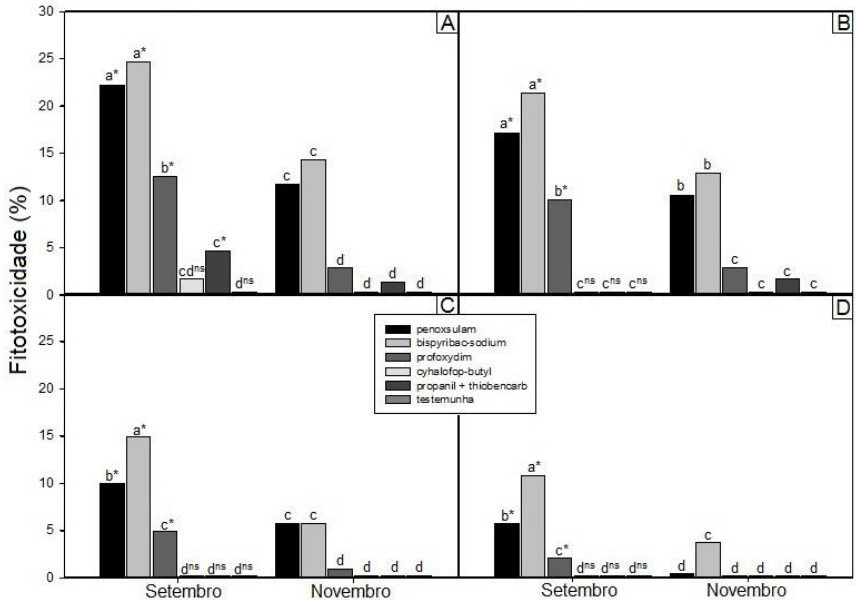


Figura 2. Toxicidade média dos herbicidas às plantas de arroz aos 14 (A), 21 (B), 28 (C) e 35 (D) dias após a aplicação dos tratamentos em duas épocas de semeadura do arroz irrigado (setembro e novembro). Capão do Leão, RS, 2011/12.

Dos 21 DAA (Figura 2B) para 28 (Figura 2C) e daí para 35 DAA (Figura 2D) passou a ocorrer a recuperação mais rápida das plantas afetadas pela interação da atividade herbicida com a época de semeadura do arroz. Na segunda época de semeadura do arroz, todos os tratamentos com herbicida se equivaleram ao tratamento testemunha mostrando,

visualmente, que as plantas de arroz haviam se recuperado do estresse provocado pelo herbicida. A única exceção foi o tratamento com bispyribac-sodium em que as plantas tratadas, ainda apresentavam sintomas leves caracterizados por menor estatura e comprimento de raiz (TAN et al., 2006), avaliados em 3,8% a fitotoxicidade na comparação com as plantas do tratamento capinado.

Os resultados mostraram que a seletividade da cultivar IRGA 424 foi variável com os herbicidas, sendo no bispyribac-sodium < penoxsulam < profoxydim. Aos resultados da diferença de seletividade inerente ao herbicida somam-se os da época de semeadura, uma vez que, a fitotoxicidade e a duração dos sintomas foram maiores na semeadura de setembro, principalmente nos tratamentos com herbicidas inibidores da ALS. Relatos de trabalhos anteriores corroboram com os resultados obtidos no presente estudo, ao avaliarem a seletividade de herbicidas em duas épocas de semeadura no município de Pelotas/RS. Neste sentido, Martini et al. (2012), concluíram que na semeadura realizada no cedo houve decréscimo na seletividade dos herbicidas bispyribac-sodium, penoxsulam e clomazone devido à diminuição da taxa de detoxificação desses herbicidas em decorrência do estresse por baixas temperaturas. Da mesma forma, Kalsing et al. (2012) concluíram que a época de semeadura da cultura influencia indiretamente a tolerância das plantas de arroz aos herbicidas, sendo que semeaduras nas épocas antecipadas acarretam em maiores níveis de injúrias à cultura. Por se tratar de um processo enzimático, a intensidade da metabolização pode variar de acordo com a temperatura do ar a qual a planta está exposta (MILNER et al., 2007). Deste modo, é possível que um mesmo herbicida possa ser fitotóxico em certa condição e não causar dano em outra, em função da interação da temperatura do ar com a atividade do mesmo na planta.

CONCLUSÃO

A época de semeadura afeta a seletividade dos herbicidas bispyribac-sodium, penoxsulam e profoxydim na cultura do arroz irrigado, cultivar IRGA 424.

A utilização de dietholate no tratamento de sementes da cultivar IRGA 424 não modifica a fitotoxicidade dos herbicidas bispyribac-sodium, penoxsulam, profoxydim, cyhalofop-butyl e da mistura formulada de (propanil + thiobencarb).

AGRADECIMENTOS

À Fapesc (Proc. 6946/2011-9) e CNPq (Proc. 562451/2010-2) pelo apoio financeiro no desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- KALSING, A. et al. Tolerância da cultura do arroz irrigado a herbicidas sob estresse por baixa temperatura do ar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 28., 2012. Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBCPD, 2012. p.273-277.
- MARTINI, L.F.D. et al. Seletividade de herbicidas na cultura do arroz irrigado submetido ao estresse por baixas temperaturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 28., 2012. Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBCPD, 2012. p.253-257.
- MILNER, L.J. et al. The effect of temperature on glutathione S-transferase activity and glutathione content in *Alopecurus myosuroides* biotypes susceptible and resistant to herbicides. **Weed Research**, v.47, p.106-112, 2007.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO - SOSBAI. **Arroz irrigado: Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria, RS, 2014. 192p.
- TAN, S.; EVANS, R.R.; SINGH, B.K. Herbicidal inhibitors of amino acid biosynthesis and herbicide-tolerant crops. **Amino Acids**, v.30, p.195-204, 2006.

USE OF CROP ROTATION FOR WEEDY RICE MANAGEMENT

Samer Y. Rustom, Jr.¹, Eric P. Webster¹, Benjamin M. McKnight¹, Eric A. Bergeron¹

Keywords: *Oryza sativa* L., Clearfield rice, imidazolinone resistant rice, rotation.

INTRODUCTION

Clearfield® rice (*Oryza sativa* L.) was released in 2002, and is resistant to the imidazolinone family of herbicides. For the first time, producers were able to apply a herbicide during the production of rice and control the most troublesome weed in rice, red rice (*Oryza sativa* L.). Imazethapyr and imazamox are the two herbicides labeled for use on Clearfield rice in the United States. Clearfield hybrid rice was introduced in 2003. Hybrid rice seed has a history of dormancy, and it can become a weedy plant if allowed to establish the following growing season as an F₂. Clearfield F₂ rice plants can have many phenotypic characteristics, and these plants are often resistant to imazethapyr and imazamox (Webster et al. 2014). Some of the characteristics include medium and long grains, pubescent or glabrous leaves, awned and/or awnless seed, and dark to light green vegetation (Webster et al 2015a). These resistant F₂ plants can become a tremendous weed problem when Clearfield hybrid rice is grown in consecutive years. Another issue with the Clearfield rice technology is outcrossing of red rice with Clearfield (Webster et al 2015b).

MATERIALS AND METHODS

Previous research has indicated a 4-year rotation is needed to help manage weedy rice (Webster et al. 2014). A field study was established in 2013 to evaluate long term rotations for control of weedy rice using currently available herbicide resistant rice and soybeans and an experimental herbicide resistant rice. The field is located near Esterwood, Louisiana. The field has a large population of red rice, hybrid rice dormancy issues, and Clearfield/red rice out-crosses. This point forward the hybrid F₂, red rice, and the red rice out-crosses will be referred to as weedy rice. The weedy rice plants have a red rice appearance from a distance, but closer evaluation indicates both smooth and pubescent leaf surfaces, pale green to dark-green to purple vegetation, and long- and medium-grain rice. It is apparent the field was close to being a total failure with a loss of profitability due to weedy rice competition, and the field was close to abandonment by the producer. In 2014, a non-GMO herbicide resistant rice was evaluated for the control of weedy rice. This new technology is called Provisia® and it is resistant to the herbicide quizalofop.

The four year study evaluated five rotations including the use of Provisia rice in 2014. The rotations used are: 1) Roundup Ready® (RR) soybean (2013)/Provisia rice (2014)/RR soybean (2015)/Clearfield (CL) hybrid rice (2016); 2) Fallow (2013)/Provisia rice (2014)/RR soybean (2015)/CL hybrid rice (2016); 3) CL hybrid rice (2013)/LL soybean (2014)/Provisia rice (2015)/CL hybrid rice (2016); 4) RR soybean (2013)/ Liberty Link (LL) soybean (2014)/RR soybean (2015)/CL hybrid rice (2016); 5) RR soybean/CL hybrid rice (2014)/RR soybean (2015)/CL hybrid (2016).

In 2013, each 0.2 ha block followed the rotations listed above, and herbicide programs employed for each year are listed below. The Clearfield CLXL 745 was treated with clomazone at 336 g a.i. ha⁻¹ plus imazethapyr at 105 g a.i. ha⁻¹ on 1- to 2-leaf rice, followed by (fb) imazethapyr at 105 g a.i. ha⁻¹ on 3- to 4-leaf rice fb a panicle initiation (PI) application of imazamox at 44 g a.i. ha⁻¹. RR soybean was treated with glyphosate at 1120 g a.i. ha⁻¹ plus

¹ Louisiana State University Agricultural Center, 104 Sturgis Hall, Baton Rouge, LA 70808.
rustom@agcenter.lsu.edu

dimethenamid at 945 g a.i. ha⁻¹ at the first trifoliate leaf. A second application of glyphosate at 1120 g a.i. ha⁻¹ was applied at 21 days later. Rotation 4 was treated with pyroxasulfone 150 g a.i. ha⁻¹ added to first application of glyphosate plus dimethenamid. The fallow area, Rotation 2, was treated with glyphosate at 1120 g a.i. ha⁻¹ at the same time the soybeans were treated with glyphosate. A tillage operation occurred in the fallow area 2 weeks after the second glyphosate application. A third glyphosate application occurred 4 weeks later in the fallow area. Weedy rice plants were counted in each 0.2 ha block.

In 2014, Rotation 1 was planted with 'Provisia' rice and treated with quizalofop at 115 g a.i. ha⁻¹ on 2- to 3-lf rice fb by quizalofop, at 115 g a.i. ha⁻¹ on 4-lf to 1-tiller rice. Rotation 2 was treated with quizalofop, at 115 g a.i. ha⁻¹ on 2- to 3-lf rice fb by quizalofop, at 115 g a.i. ha⁻¹ 4-lf to 1-tiller rice. Rotation 3 was treated with glufosinate at 820 g a.i. ha⁻¹ plus dimethenamid at 945 g a.i. ha⁻¹ on soybean in the first trifoliate leaf stage fb glufosinate at 820 g a.i. ha⁻¹ applied 21 days later. Rotation 4 was treated with glufosinate at 820 g a.i. ha⁻¹ plus dimethenamid at 945 g a.i. ha⁻¹ plus pyroxasulfone 150 g a.i. ha⁻¹ on soybean in the first trifoliate leaf stage fb glufosinate at 820 g a.i. ha⁻¹ applied 21 days later. Rotation 5 was planted with 'Clearfield CLXL 745' rice and treated with clomazone, at 336 g a.i. ha⁻¹ plus imazethapyr at 105 g a.i. ha⁻¹ on 2- to 3-lf rice, fb imazethapyr at 105 g a.i. ha⁻¹ on 4-lf to 1-tiller rice fb a PI application of imazamox at 44 g a.i. ha⁻¹. The final weedy rice plants were counted on July 16, 2014 immediately prior to destroying Provisia rice and Liberty Link soybean with glyphosate at 1680 g a.i. ha⁻¹.

Table 1. Weed rice count comparison from 2013 and 2014.

Rotation	2013		2014	
	Plants m ⁻²	Plants ha ⁻¹	Plants m ⁻²	Plants ha ⁻¹
1	17.2	172,000	0.005	50
2	25.1	251,000	0.004	40
3	0.269	2,690	2.6	26,000
4	5.2	52,000	3.1	31,000
5	7.8	78,000	39.6	396,000

^a1) Roundup Ready® (RR) soybean (2013)/Provisia rice (2014)/RR soybean (2015)/Clearfield (CL) hybrid rice (2016); 2) Fallow (2013)/Provisia rice (2014)/RR soybean (2015)/CL hybrid rice (2016); 3) CL hybrid rice (2013)/LL soybean (2014)/Provisia rice (2015)/CL hybrid rice (2016); 4) RR soybean (2013)/LL soybean (2014)/RR soybean (2015)/CL hybrid rice (2016); 5) RR soybean/CL hybrid rice (2014)/RR soybean (2015)/CL hybrid (2016).

RESULTS AND DISCUSSION

In 2013, the rotation planted to Clearfield hybrid rice had the lowest number of weedy rice plants at 0.269 plants m⁻² at the end of the first growing season (Table 1). The first year fallow rotation had the highest population of weedy rice with 251,000 plants ha⁻¹, or 25.1 plants m⁻².

In 2014, weedy rice plants for each rotation were: rotation 1 - 0.005 plants m⁻²; rotation 2 - 0.004 plants m⁻²; rotation 3 - 2.6 plants m⁻²; rotation 4 - 3.1 plants m⁻²; rotation 5 - 39.6 plants m⁻² (Table 1). This research indicates that long term crop rotation, herbicide rotation, and employing different production practices can be used to manage weedy rice plants.

CONCLUSION

In conclusion, with the development of Provisia rice, producers will have another tool for the management of this weed complex, and Provisia rice will be a valuable economic tool for producers who need rice as a rotational crop to help maintain profitability. A long term rotation including rice, soybean, and burndown applications in fallow rotations can be useful cultural practice when trying to manage weedy rice.

ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to thank Dr. Steve Linscombe and the staff of the Louisiana State University Agricultural Center Rice Research Station. Louisiana Rice Research Board provided partial funding for this project.

REFERENCES

Webster, E.P. et al. 2014. Management of weedy rice in a Clearfield rice systems. Rice Tech. Wrkg. Grp. 35:112.

Webster, E.P, et al. 2015a. Provisia rice: A future option in rice. Proc. South. Weed Sci. Soc. 68:in press.

Webster E.P. et al. 2015b. Weedy rice management through crop rotation. Proc. South. Weed Sci. Soc. 68:in press

SEÇÃO 6 - QUALIDADE AMBIENTAL DO AGROECOSSISTEMA ORIZÍCOLA

AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO INOCULADO COM BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO

Rafael Nunes dos Santos¹; Franciane Lemes dos Santos²; Enilson Luiz Saccol de Sá³; Francisco Alexandre de Moraes⁴; Filipe Selau Carlos⁵; Tiago Viegas Cereza⁶

Palavras-chave: *Oryza Sativa* L., promotores de crescimento, rizóbios, *Azospirillum*.

INTRODUÇÃO

A inoculação de bactérias promotoras de crescimento no cultivo do arroz irrigado constitui uma estratégia que visa conciliar a obtenção de altos índices produtivos com o uso de reduzidas doses de fertilizantes minerais. Estes micro-organismos são capazes de colonizar a superfície das raízes, a rizosfera, a filosfera e os tecidos internos das plantas contribuindo para que estas se desenvolvam (DAVISON, 1988; KLOPPER et al., 1989). Dentre as principais bactérias estudadas com este propósito, estão os rizóbios e as do gênero *Azospirillum*.

Tem sido observado que os rizóbios apresentam potencial para colonizar plantas da família das poáceas, atuando como promotores de crescimento destas culturas. Segundo Banerjee et al. (2006), isso ocorre em função de fatores como: o aumento da absorção de nutrientes e a produção de fito-hormônios. Em um estudo realizado na Índia, foi constatado que plantas de arroz inoculadas com rizóbios apresentaram maiores rendimentos de grãos, bem como maior volume de massa seca da parte aérea e das raízes (MISHRA et al., 2006). Nas Filipinas, foi observado maior produção de biomassa vegetal no cultivo de arroz inoculado com estas bactérias, ocasionando um aumento de 16% na produtividade de grãos (PENG et al., 2002).

Outro promotor de crescimento que vem sendo estudado são as bactérias do gênero *Azospirillum*. Estes micro-organismos promovem o desenvolvimento vegetal principalmente pela produção de auxinas e pelo incremento da fixação biológica de nitrogênio (STEENHOUDT & VANDEREYDEN, 2000).

Além da inoculação isolada de rizóbios e de *Azospirillum* como promotores de crescimento vegetal, a associação de ambos pode resultar em aumentos dos benefícios que estes proporcionam às culturas comerciais. Esta combinação pode constituir uma alternativa para aumentar o desenvolvimento e a produtividade de grãos de arroz. No Brasil, já se utiliza comercialmente para arroz, milho e trigo, a inoculação combinada de mais de uma estirpe de *Azospirillum* (HUNGRIA et al., 2010; MAPA, 2011). Já é realizado também a inoculação de cinco bactérias associativas (*Gluconacetobacter diazotrophicus*, *Herbaspirillum seropedicae*, *Herbaspirillum rubrisubalbicans*, *Azospirillum amazonense* e *Burkholderia tropica*) na cultura da cana-de-açúcar (OLIVEIRA et al., 2002 & OLIVEIRA et al., 2006). Diante disso, o presente estudo objetivou avaliar a inoculação de rizóbios isoladamente e em combinação com bactérias do gênero *Azospirillum* na promoção de crescimento plantas de arroz irrigado.

¹Eng. Agrº, Instituto Rio Grandense do Arroz, Av. Bonifácio Bernardes Carvalho, 1494, Cachoeirinha-RS, CEP 94930-030, E-mail: rafael-santos@irga.rs.gov.br

²Mestre/Doutorando, UFRGS.

³Professor Doutor, UFRGS.

⁴Mestre/Doutorando, UDESC.

⁵Mestre/Doutorando, UFRGS.

⁶Estudante de Agronomia, ULBRA.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo no município de Cachoeirinha, região arrozeira da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, em um Gleissolo Háptico Distrófico típico, de textura franco-argilosa (STRECK et al., 2008). Anteriormente a instalação do experimento, a área encontrava-se há dois anos em pousio. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos aplicados consistiram de combinações de doses de nitrogênio (60% e 100% da dose recomendada, 135 kg ha^{-1}) com inoculações dos rizóbios isoladamente e em conjunto com um inoculante comercial contendo as estirpes de *Azospirillum* Abv5 e Abv6. Dessa forma, os tratamentos avaliados foram: T1 (testemunha) – aplicação da dose de 81 kg ha^{-1} de N sem inoculação; T2 – aplicação da dose de 135 kg ha^{-1} de N sem inoculação; T3 – aplicação da dose de 81 kg ha^{-1} de N com inoculação da estirpe de rizóbio UFRGS VP16; T4 – aplicação da dose de 81 kg ha^{-1} de N com inoculação da estirpe de rizóbio UFRGS Lc348; T5 - aplicação da dose de 81 kg ha^{-1} de N com inoculação do produto comercial a base de estirpes de *Azospirillum* abv5 e abv6; T6 – aplicação da dose de 81 kg ha^{-1} de N com inoculação da estirpe de rizóbio UFRGS VP16 em combinação com o produto comercial a base de estirpes de *Azospirillum* abv5 e abv6; T7 – aplicação da dose de 81 kg ha^{-1} de N com inoculação da estirpe de rizóbio UFRGS Lc348 em combinação com o produto comercial a base de estirpes de *Azospirillum* abv5 e abv6. A semeadura do arroz, cultivar IRGA 424 ocorreu em 16/11/2014. A densidade de semeadura utilizada foi de 120 kg ha^{-1} de sementes, com espaçamento entrelinhas de 0,17 m e profundidade de semeadura de 3,0 cm. A adubação na semeadura consistiu de 16, 68 e 108 kg ha^{-1} de N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente, utilizando-se 400 kg ha^{-1} da fórmula 04-17-27 para expectativa de resposta Muito Alta à adubação (SOSBAI, 2014). A adubação nitrogenada em cobertura com uréia (46% de N) foi realizada com a aplicação 2/3 da dose entre os estádios V3 e V4, segundo escala de Counce et al. (2000) e o restante entre os estádios V7 e V8, antes da diferenciação da panícula. O início da irrigação ocorreu entre os estádios V3 e V4, com a manutenção de uma lâmina de água com cerca de 7,5 cm de altura, durante todo o ciclo de cultivo. Entre os estádios R7-R8, quando a maior parte dos grãos apresentava-se no estado pastoso a farináceo, realizou-se a supressão da irrigação. O controle de doenças, pragas e plantas daninhas foi efetuado conforme as recomendações técnicas para a cultura do arroz irrigado no Sul do Brasil (SOSBAI, 2014). A inoculação das bactérias promotoras de crescimento ocorreu por aspersão entre os estádios V3-V4 antes do início da irrigação. As determinações realizadas na cultura do arroz irrigado foram: rendimento de grãos; componentes do rendimento (número de panículas por metro quadrado, número de grãos por panícula e peso de mil grãos). Os dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA), seguida do teste de agrupamento de (Scott-Knott).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos componentes de rendimento (número de panículas por metro quadrado, número de grãos por panícula e peso de mil grãos) e de esterilidade de grãos são mostrados na Tabela 1. Tanto os componentes de rendimento, como a esterilidade de grãos, não diferiram estatisticamente entre os tratamentos avaliados. Quanto aos resultados de rendimento de grãos (Tabela 1), o tratamento sete, que recebeu a dose de 81 Kg ha^{-1} de N (60% da dose recomendada) e a inoculação com a mistura de estirpes (UFRGS Lc348 de *Rhizobium* + Abv5 e Abv6 de *Azospirillum*), apresentou produtividade superior aos tratamentos que receberam também 60% da dose recomendada, com e sem inoculação. Este tratamento foi estatisticamente igual ao tratamento que recebeu a dose de 135 Kg ha^{-1} de N (100% da dose recomendada). O resultado obtido sugere que a inoculação de plantas de arroz com a mistura de estirpes (UFRGS Lc348 de *Rhizobium* + Abv5 e Abv6 de *Azospirillum*) é responsável pelo incremento produtivo de grãos de arroz. Porém, por se tratar de um estudo incipiente, se faz necessário avaliar o efeito desta combinação de

micro-organismos na produção de arroz irrigado a médio e longo prazo, para que seja possível a consolidação desta informação.

Tabela 1- Rendimento de grãos e, componentes de rendimento e esterilidade de grãos da cultivar IRGA 424, submetida a duas doses de nitrogênio (81 Kg ha⁻¹ e 135 Kg ha⁻¹) em combinação com inoculações dos rizóbios isoladamente e em conjunto com um inoculante comercial contendo as estirpes de *Azospirillum* Abv5 e Abv6. EEA/IRGA, Cachoeirinha – RS, 2015.

Tratamentos	Panículas.m ⁻²	Grãos. panícula ⁻¹	Peso de mil grãos (g)	Esterilidade (%)	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
T1	666 a1	59 a1	29,85a1	7,78 a1	9501 a1
T2	663 a1	58 a1	27,98a1	8,62 a1	10120 a2
T3	701 a1	57 a1	28,55 a1	8,06 a1	9446 a1
T4	655 a1	55 a1	30,13 a1	9,30 a1	9486 a1
T5	708 a1	56 a1	29,48 a1	7,60 a1	9126 a1
T6	641 a1	62 a1	29,17 a1	7,61 a1	9319 a1
T7	745 a1	52 a1	28,67 a1	8,50 a1	9986 a2
CV (%)	8,36	9,92	4,96	14,97	5,07

As médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste de agrupamento de Scott-Knott (p < 0,10).

CONCLUSÃO

A inoculação de plantas de arroz com as estirpes (UFRGS Lc348 de *Rhizobium* + Abv5 e Abv6 de *Azospirillum*) em combinação com 60% da dose recomendada de N, proporciona rendimentos de grãos similares aos obtidos pelas plantas de arroz não inoculadas em combinação com 100% da dose recomendada de N.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANERJEE, M.R.; YESMIN, L.; VESSEY, J. K. Plant-growth-promoting rhizobacteria as biofertilizers and biopesticides. In: RAI, M.K. (Ed), **Handbook of Microbial Biofertilizers**. Nova York : Food Products Press, p. 137-181, 2006.
- COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v.40, n.2, p. 436-443, 2000.
- DAVISON, J. Plant beneficial bacteria. *Bio/Technology*, v.6, p.282-286, 1988.
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; SOUZA, E.M.S.; PEDROSA, F.O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant Soil**, v. 331, n.1-2, p. 413-425, 2010.
- KLOEPFER, J.W.; LIFSHTIZ, R.; ZABLOTOWICZ, R.M. Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity. **Trends in Biotechnology**, v.7, p.39-43, 1989.
- MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E ABSTECIMENTO, **Instrução Normativa Nº13, de 24 de março de 2011**, Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil, 25/03/2011 - Seção 1, n.22, 25 de março de 2011.
- MAURYA, S. Rhizobium-mediated induction of phenolics and plant growth promotion in rice (*Oryza sativa* L.). **Current Microbiology**, New York, v.52, p.383-389, 2006.
- OLIVEIRA, A.L.M., URQUIAGA, S., DÖBEREINER, J., BALDANI, J.I. The effect of inoculating endophytic N₂-fixing bacteria on micropropagated sugarcane plants. **Plant Soil**, v.242, p.205-215, 2002.

OLIVEIRA, A.L.M.; CANUTO, E.D. de; URQUIAGA, S.; REIS, V.M.; BALDANI, J.I. Yield of micropropagated sugarcane varieties in different soil types following inoculation with diazotrophic bacteria. **Plant and Soil**, v.284, n.1-2, p. 23-32, 2006.

PENG, S.; BISWAS, J .C; LADHA, J.K.; GYANESHWAR, P. E CHEN, Y. Influence of Rhizobial inoculation on rice photosynthesis. **Agronomy Journal**. v. 94: 925-929, 2002.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Porto Alegre, RS: SOSBAI, 2014; 192p., il.

STEENHOUDT, O. & VANDEREYDEN, J. Azospirillum, a free-living nitrogen fixing bacterium closely associated with grasses: genetic, biochemical and ecological aspects.

STRECK, E.V; KAMPF, N.; DALMOLIN, R.C.D. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER, 2008. 222p.

DISSIPAÇÃO DO INSETICIDA TIAMETOXAM EM ÁGUA, SEDIMENTO E SOLO DE LAVOURA DE ARROZ IRRIGADO

Maria Laura Turino Mattos¹; José Francisco da Silva Martins²; Ane Gerber Crochemore³, Liane Aldrichi Galarz⁴; Tauani Pegoraro Schultz⁵

Palavras-chave: meio ambiente, agrotóxico, dissipação, persistência

INTRODUÇÃO

Tiametoxam, nome químico (IUPAC) (*EZ*) 3-(2-cloro-tiazol-1,3-tiazol-5-ilmetil)-5-metil-1,3,5-oxadiazinan-4-ilideno(nitro)amina, é um inseticida sistêmico de contato e ingestão do grupo dos neonicotinóides (IUPAC, 2015), sendo usado em tratamento de sementes para o controle de *Oryzophagus oryzae* (Costa lima, 1993) (Coleoptera: Curculionidae) em lavoura de arroz irrigado por inundação no Rio Grande do Sul (RS). O inseticida apresenta classificação toxicológica III (medianamente tóxico) (REUNIÃO, 2015). Em relação aos efeitos ambientais, apresenta potencial de periculosidade I (altamente perigoso ao meio ambiente), sendo muito tóxico para peixes, outros organismos aquáticos e abelhas, e persistente em matrizes ambientais, com solubilidade elevada em água e baixa sorção ao solo (SYNGENTA, 2015). Em Latossolo Vermelho Distroférico típico de textura muito argilosa e em Latossolo Vermelho Distrófico típico de textura média, tiametoxam apresentou baixa sorção no perfil, meia vida entre 96 e 618 dias e pequena lixiviação (< 50 cm de profundidade) (SCORZA JÚNIOR, 2012). Resultados semelhantes foram obtidos em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico e Latossolo Vermelho distroférrico, revelando o inseticida com baixa sorção e parcialmente reversível (OLIVEIRA et al., 2009). Considerando as propriedades físico-químicas do tiametoxam, como alta solubilidade em água, bem como a baixa sorção nos colóides do solo, há possibilidade de presença de resíduos do inseticida e de metabólitos na água e sedimento de lavouras de arroz irrigado sob condições edafoclimáticas das terras baixas e, por consequência, em recursos hídricos no entorno dos arrozais. Em estudo de Teló et al. (2011), a concentração residual ($2,3 \mu\text{g L}^{-1}$) do tiametoxam detectada na água de irrigação de lavoura é atribuída à alta solubilidade desse inseticida que facilitou a solubilização em função do volume de água na parcela experimental. Apesar de relatos indicarem a persistência de tiametoxam em matrizes ambientais, esse inseticida vem sendo usado em larga escala em arrozais irrigados no RS. Neste contexto, esse trabalho objetivou determinar a dissipação do tiametoxam em água, sedimento e solo de lavoura de arroz irrigado em terras baixas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na safra 2014/15, na Estação Experimental Terras Baixas, da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS. O solo da área experimental, um Planossolo Háplico, apresenta as seguintes características: argila (20%), pH (5,3); matéria orgânica (1,6%); fósforo ($8,8 \text{ mg dm}^{-3}$); potássio (40 mg dm^{-3}). Os tratamentos compreenderam (T1) aplicação de $0,2 \text{ kg ha}^{-1}$ de uma formulação comercial suspensão concentrada (FS) contendo 350 g kg^{-1} do ingrediente ativo tiametoxam, e, (T2) testemunha (sementes sem tratamento com o inseticida). Cada parcela experimental, de 120 m^2 ,

¹ Eng. Agr., Doutora, Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Rod. BR 392, km 78, CEP 96001-970, Pelotas- RS. maria.laura@cpact.embrapa.br

² Eng. Agr., Doutor, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado

³ Química, Doutor, Bolsista da Embrapa Clima Temperado

⁴ Química, MSc., Assistente da Embrapa Clima Temperado

⁵ Graduanda em Engenharia Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense

conteve sistema independente de irrigação e drenagem, com uma entrada e uma saída da água de irrigação. A semeadura (cultivar PUITÁ INTA-CL) (densidade de semeadura, 100 kg ha⁻¹) foi realizada em 06/12/14 no sistema de cultivo convencional. O inseticida foi aplicado às sementes cinco horas antes da semeadura. A irrigação das parcelas ocorreu 30 dias após a semeadura do arroz, estabelecendo-se uma lâmina de água de 0,1 m de espessura. O solo foi adubado conforme recomendação técnica para a faixa de produtividade > 9 t ha⁻¹ (COMISSÃO, 2004). Realizaram-se as análises qualitativas e quantitativas do tiامتoxam em amostras de água, sedimento e solo. Coletaram-se cinco amostras compostas de solo nas parcelas, num volume de 500 g cada, antes (ponto=0) (profundidade de 0-10 cm) da semeadura. Após a inundação, foram coletadas as amostras de sedimento, na profundidade de 0-10 cm, num mesmo volume das amostras de solo, no dia da irrigação (ponto=0), 1 dia pós-irrigação (1 DPI), 3, 7, 14, 21, 28, 35 e 77 DPI. Na lâmina d'água das parcelas foram coletadas cinco amostras compostas d'água simultaneamente às coletas do sedimento. As parcelas foram drenadas aos 128 DPI, quando coletaram-se três amostras compostas d'água aos 30, 60 e 90 minutos após o início do escoamento. Armazenaram-se as amostras em *freezer* até a realização da análise. Efetuaram-se as análises cromatográficas no laboratório Bioensaios Análises e Consultoria Ambiental Ltda., Porto Alegre, RS, em um cromatógrafo líquido de alta eficiência acoplado a um espectrômetro massa/massa (LC/MS/MS), modelo *Applied Biosystems* 3200 Qtrap. O limite de quantificação (LQ) para tiامتoxam em água foi de 5 µg L⁻¹, em sedimento de 0,2 µg kg⁻¹ e em solo de 8 µg kg⁻¹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Concentrações residuais elevadas de tiامتoxam foram detectadas no solo, na profundidade de 0-10 cm, aos 3, 7, 14, 21 e 28 dias pós-semeadura (DPS) (Tabela 1) e antes da irrigação das parcelas. Atribui-se esses resultados às condições climáticas atípicas verificadas (precipitação pluviométrica, durante o mês de dezembro, mais elevada do que as normais) (Figura 1), bem como às suas características físico-químicas (baixa sorção ao solo e elevada solubilidade em água), que contribuíram para a elevada disponibilidade do inseticida na solução do solo. Isso sugere grande potencial para lixiviação e/ou biodegradação (SCORZA JUNIOR, 2012) do tiامتoxam nas condições edafoclimáticas do RS. Carvalho et al. (2013) destaca que considerável fração de produto aplicado ao solo permanece em solução, podendo ser lixiviada para camadas mais profundas do solo. As concentrações residuais do inseticida na água de irrigação da lavoura de arroz evidenciaram uma tendência linear ao longo do período da curva de dissipação (Figura 2). Porém, valores ≤ 5 µg L⁻¹ correspondem a traços, indicando maior solubilização do inseticida em função do volume de água da parcela (Teló et al., 2011) e, ao ficar mais disponível na solução do solo proporcionou a degradação microbiana e, conseqüentemente, a rápida dissipação em água. Além disso, baixas concentrações detectadas podem indicar a necessidade de investigação de metabólitos. Essas concentrações foram semelhantes àquelas determinadas por Teló et al. (2011) (média de 2,3 µg L⁻¹), para águas de lavoura de arroz irrigado que recebeu tiامتoxam aplicado via pulverização foliar. Resíduos de tiامتoxam declinaram consistentemente no sedimento pós-período de elevada precipitação pluviométrica (Figura 1), com concentrações ≤ 2 µg kg⁻¹ aos 21 e 28DPI e não detectadas aos 35 e 77DPI. Da mesma forma, concentrações mais altas detectadas aos 3DPI, 7DPI e 14DPI, possivelmente decorram dessa variável climática e da interação com as propriedades físico-químicas da molécula, bem como dos atributos do solo. Scorza Junior; Rigitano (2012) verificaram que respostas distintas de sorção e degradação de tiامتoxam em solos de textura argilosa e arenosa estão relacionadas à natureza da matéria orgânica e aos atributos químicos dos referidos solos. Infere-se também que concentrações elevadas do princípio ativo, aplicado em tratamento de sementes, são esperadas no período de pós-semeadura, como estratégia de eficiência de controle dos insetos-praga.

Tabela 1. Concentração de resíduos de tiametoxam no solo, na profundidade de 0-10 cm. Embrapa Clima Temperado. 2014/15.

Épocas de coleta ¹	Concentração de tiametoxam ($\mu\text{g kg}^{-1}$)
0 ²	ND
3	32,26
7	228,09
14	65,65
21	41,80
28	44,38

¹ Antes da semeadura (0) e 3, 7, 14, 21 e 28 dias pós-semeadura.

² Não detectado

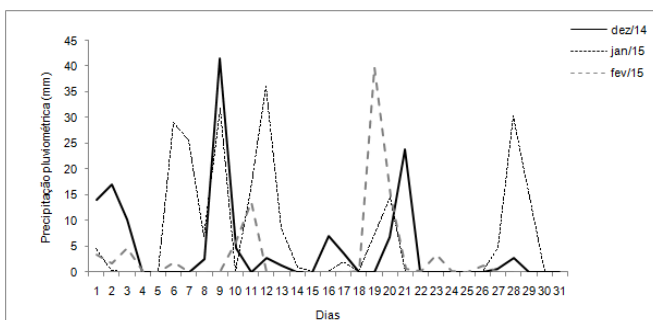


Figura 1. Médias diárias da precipitação pluviométrica, no período de amostragem de água, sedimento e solo. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. 2015.

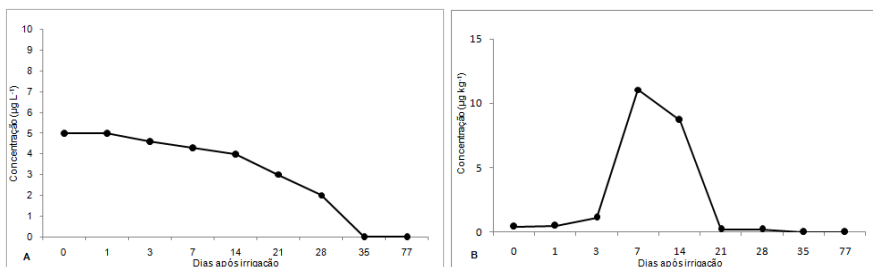


Figura 2. Concentração de resíduos de tiametoxam na água (A) e no sedimento (B), profundidade de 0-10 cm, de lavoura de arroz irrigado. Embrapa Clima Temperado. 2014/15.

CONCLUSÃO

Há evidências de rápida dissipação do tiametoxam na água e, no sedimento, aos 28 dias pós-irrigação da lavoura. Tiametoxam persiste por 28 dias pós-semeadura em elevadas concentrações no solo, que coincide com a época que deve estar ativo para controle das larvas de *Oryzophagus oryzae*.

AGRADECIMENTOS

Aos funcionários do laboratório de Microbiologia Agrícola e Ambiental da Embrapa Clima Temperado, pelo auxílio na coleta, preparo e preservação das amostras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, S. A.; LIMA, J. M.; CURTI, N.; SILVA, C. A.; TOLEDO, J. P. V. F.; SOARES, F. V. Coeficiente de distribuição do inseticida tiametoxam na fração mineral de solos sob efeito de ácidos orgânicos mono, di e tricarbônicos. **Química Nova**, v. 36, n. 9, p. 1323-1331. 2013.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS-CQFS, 2004. 400 p.
- IUPAC. **Global availability of information on agrochemicals**. Thiamethoxam. Disponível em: <<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/Reports/631.htm>>. Acesso em: 06 jun. 2015.
- OLIVEIRA, V. DE S. DE; LIMA, J. M. DE; CARVALHO, R. F. DE; RIGITANO, R. L. O. Sorção do inseticida tiametoxam em latossolos sob efeito de fosfato e vinhaça. **Química Nova**, v. 32, n. 6, p. 1432-1435. 2009.
- SCORZA JUNIOR, R. P.; RIGITANO, R. L. O. Sorção, degradação e lixiviação do inseticida tiametoxam em dois solos de Mato Grosso do Sul. **Química Nova**, v. 36, n.9, p. 1323-1331. 2013.
- TELÓ, G. M.; MARCHESAN, E.; OLIVEIRA, M. L.; ZANELLA, R.; AVILA, L. A. de; PEREIRA, M. B. Resíduos de agrotóxicos em água de irrigação do arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7., 2011, Balneário Camboriú, SC. **Anais...Itajaí**: Epagri/Sosbai, 2011. v. 2, p. 163-166.
- SYNGENTA. **FISPQ**. Ficha de informação de segurança de produtos químicos em acordo com a NBR-14725. Disponível em: <<http://www.servicos.syngenta.com.br/website/FISPQ/Cruiser%20350%20FS.doc>>. Acesso em: 20 jun. 2015.

DIVERSIDADE DE FILOTIPOS BACTERIANOS EM LAVOURAS DE ARROZ IRRIGADO DE VIAMÃO, RS

Catiusca Reali¹; Jean-Christophe Meile²; Sabine Schorr-Galindo³; Gaziela Gonçalves Scherr⁴; Lidia Mariana Fiuza⁵

Palavras-chave: bactérias, gene 16SrRNA, DGGE.

INTRODUÇÃO

O estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor de arroz do Brasil, 8.440,5 mil toneladas na safra de 2014/15, correspondendo a 68% da produção nacional. A área plantada no país diminuiu 1,2% em relação à safra anterior, porém a produção aumentou em 3,5% (Conab, 2015). Apesar disso, dados referentes a fevereiro de 2015, mostram que o Brasil importou 44,5 mil toneladas desse grão, a maior parte oriunda de países que integram o Mercosul.

O uso ostensivo do solo de lavouras pode resultar em problemas na sua manutenção e sustentabilidade (Postma-Blaauw et al., 2010). Microrganismos têm sido utilizados como importantes indicadores da qualidade do solo, pois eles são responsáveis pela disponibilidade de nutrientes, podendo auxiliar as plantas na absorção e fixação de substâncias (Choudhary et al., 2011).

Técnicas de Biologia Molecular que utilizam o gene 16SrRNA são frequentemente utilizadas para a captação de dados sobre a diversidade e dinâmica de comunidades bacterianas em ecossistemas variados, incluindo os agrícolas (Wang & He, 2012). Através de técnicas clássicas de microbiologia é possível acessar apenas 1% da comunidade de microrganismos (Zhong et al., 2012), restringindo o acesso a algumas espécies, pois essa metodologia depende da temperatura de crescimento e meios de cultura. Por outro lado, através da biologia molecular, é possível obter resultados mais consistentes sobre a dinâmica de microrganismos, indispensável em estudos ecológicos (Kušar and Avguštin, 2012).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a modificação da comunidade bacteriana da lâmina de água de lavouras de arroz irrigado ao longo do ciclo de cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de água foram coletadas em duas lavouras orizícolas, cultivadas sob o sistema pré-germinado, e dois açudes utilizados como fonte de irrigação, situados no município de Viamão, Brasil. Amostragens foram realizadas em três períodos: após o preparo do solo, na fase vegetativa e na fase reprodutiva da planta, durante os anos agrícolas 2011/12 e 2012/13. Em cada lavoura uma amostra composta da lâmina de água das parcelas orizícolas (até 10 cm) foi coletada. Nos açudes foram coletadas amostras em duas estratificações (até 10 cm e de 50-100 cm). As mostras foram acondicionadas em frascos esterilizados e conservados a 4°C até serem realizadas as análises.

As amostras de água de 600mL foram filtradas em membranas de nitrocelulose (0,22µm) e estocadas a -22°C. O DNA total bacteriano foi extraído das membranas utilizando o kit *Power Soil DNA Isolation* (MoBio). A quantificação de DNA das amostras foi realizada através de espectrofotometria. Para a PCR foram utilizados os oligonucleotídeos

¹ Mestre em Biologia, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), 950 - Cristo Rei, São Leopoldo - RS, 93022-000. catiuscar@gmail.com

² Doutor em Biologia, Cirad - Agricultural Research for development.

³ Doutora em Biologia, Université Montpellier 2 (UM2).

⁴ Mestranda em Biologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

⁵ Doutora em Agronomia, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

968f, com acréscimo do grampo GC e, 1401r (Sánchez et al., 2007), que amplifica 450pb. Para o DGGE foi confeccionado um gel de 6% de poliacrilamida em TAE 1X (20 mM Tris, 10 mM acetato, 0.5mM EDTA pH 7.4), com gradiente desnaturante de 30 a 60%. A migração em eletroforese foi de 16h a 60°C e 85V. Após o gel foi corado em GelRed (Biotium), com ausência de luz. O gel foi imediatamente fotografado em iluminação UV através do equipamento *Carestream Gel Logic 112* e *Software Carestream Gel Logic 112 Imaging System*.

As fotografias foram analisadas com o auxílio do *Software ImageQuant TL* (GE Healthcare Life Sciences). Foram realizadas análises utilizando os Índices de Diversidade de Shannon e Simpson através do *Software Past*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1(a) apresenta a distribuição das bandas em cada fase fenológica da planta, assim como sua localização. No período de pré-plantio a riqueza de filotipos foi a mesma em todos os locais. Na fase vegetativa foi maior na camada mais profunda dos açudes e na lavoura. Durante a fase reprodutiva as lavouras apresentaram a maior abundância.

Os diagramas de Venn mostram o número de filotipos para cada local e, também, quais os filotipos comuns entre os locais e sua modificação em cada fase da cultura. Na fase de pré-plantio Figura 1(b), na fase vegetativa Figura 1(c) e na fase reprodutiva Figura 1(d).

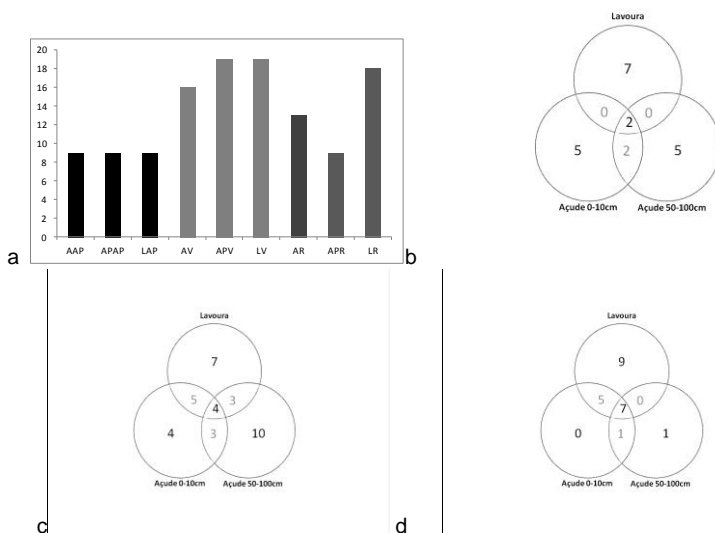


Figura 1. Riqueza de filotipos detectada por PCR-DGGE de fragmento do gene 16S rRNA durante os períodos de coleta (a). Diagrama de Venn baseado na distribuição de filotipos bacterianos nos pontos de coleta: lavoura (0-10cm), açude (0-10cm) e açude (50 -100cm), no período anterior ao plantio (b), fase vegetativa (c) e fase reprodutiva (d). O código que representa os locais são: açude profundidade 10cm, no pré-plantio (AAP); açudes profundidade 50-100cm, pré-plantio (APAP), lavoura, pré-plantio (LAP); açudes profundidade 10cm, fase vegetativa (AV); açudes profundidade 50-100cm, fase vegetativa (APV), lavouras, fase vegetativa (LV); açudes profundidade 10cm, fase reprodutiva (AR); açudes profundidade 50-100cm, fase reprodutiva (APR), lavoura, fase reprodutiva (LR).

Quando comparadas as fases de cultivo, quanto ao número de filotipos, ou seja, a riqueza de espécies, a fase vegetativa apresentou a maior riqueza, 35 filotipos, a fase reprodutiva 26 filotipos e o período de pré-plantio 21 filotipos. O mesmo não foi encontrado para os índices de diversidade. Utilizando o índice de Shannon a fase reprodutiva foi a que apresentou a maior diversidade de espécies, seguida pela fase vegetativa (Figura 2a), ao contrário do que havia ocorrido para riqueza de espécies. O mesmo padrão foi encontrado com o índice de Simpson, onde a fase reprodutiva aparece com maior diversidade de espécies (Figura 2b). Os locais também apresentaram riqueza diferenciada, 25 filotipos na camada superficial dos açudes, 30 filotipos na camada mais profunda dos açudes (50-100cm) e 35 filotipos nas lavouras. Quanto a diversidade, apesar de as lavouras terem a maior riqueza de filotipos, a maior diversidade segundo o índice de Shannon foi encontrada na camada mais profunda dos açudes (Figura 5a) o mesmo ocorreu com a utilização do índice de Simpson (Figura 5b).

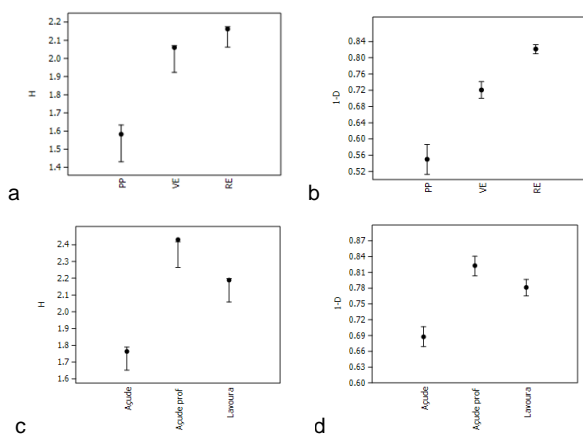


Figura 2. Índice de diversidade Shannon (H) e Simpson (1-D). Índice de Shannon encontrado em cada fase da cultura (a); Índice de Simpson encontrado em cada fase da cultura (b); Índice de Shannon encontrado em cada local (c); Índice de Simpson encontrado em cada local (d). Os códigos são representados por: PP – pré-plantio, VE – fase vegetativa e RE – fase reprodutiva.

De acordo com Bacilio-Jiménez et al. (2003) nas duas primeiras semanas de cultivo de arroz irrigado a quantidade de exsudados como aminoácidos e açúcares é muito mais alta. Na segunda semana a quantidade de aminoácidos chega a diminuir mais de 50%, mas ainda permanece alta, em relação a terceira e quarta semanas. Os exsudados das plantas, assim como a adição de nutrientes, podem ter gerado um fator positivo, pois em ambas as fases em que já haviam plantas nas lavouras a diversidade foi maior em comparação ao período de pré-plantio. Alguns autores citam os exsudados das raízes como fonte de nutrientes para micro-organismos presentes na rizosfera, assim como os que colonizam o solo (Gao et al., 2006).

A secreção de ácido málico pelas plantas aumenta a população de bactérias benéficas associadas às raízes. Essas bactérias podem auxiliar o crescimento das plantas, absorção de nutrientes ou até mesmo proteger as plantas através de antagonismo a patógenos (Bais et al., 2006). Porém a grande disponibilidade de nutrientes pode favorecer algumas espécies de rápida colonização, aumentado muito em número, em detrimento de outras.

Durante a fase subsequente, ou seja, a reprodutiva, o equilíbrio entre os grupos bacterianos se torna mais estável, permitindo com que uma maior gama de espécies coabite os locais em abundância semelhante, fazendo com que a maior riqueza tenha sido encontrada na fase reprodutiva.

Os açúdes, apesar de fontes artificiais de água, não recebem aporte artificial de nutrientes, mantendo um ciclo estável de decomposição de matéria orgânica, realizada principalmente por bactérias heterotróficas. A maior diversidade foi encontrada nesses locais, quando comparadas as lavouras, isso de justifica pela manutenção de uma comunidade bacteriana estável a mais tempo.

CONCLUSÃO

As plantas de *Oryza sativa* tem relação positiva com bactérias dispersas no ambiente, isso se deve a relação entre bactérias e os exudados das plantas, assim como a matéria orgânica dispersa do solo, elemento nutritivo para bactérias que promovem a decomposição. Através da decomposição da matéria orgânica do solo essas bactérias geram novos nutrientes as plantas, garantindo a sustentabilidade do ambiente. Durante o período de entressafra poderia ser interessante manter as plantas na lavoura, ou permitir a colonização de outras plantas, já que a matéria vegetal no local permitiria continuar a colonização bacteriana no solo favorecendo a disponibilização de nutrientes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao UNISINOS, IRGA, Capes, CNPq e FAPERGS pelo apoio financeiro à pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACILIO-JIMÉNEZ, M. et al. Chemical characterization of root exudates from rice (*Oryza sativa*) and their effects on the chemotactic response of endophytic bacteria. **Plant and Soil**, v. 249, p. 271-277, 2003.
- BAIS, H.P. et al. The role of root exudation in rhizosphere interactions with plants and other organisms. **Annual Review of Plant Biology**, v. 57, p. 233-256, 2006.
- CHOUDHARY, D.K.; SHARMA, K.P.; GAUR, R.K. Biotechnological perspectives of microbes in agro-ecosystems. **Biotechnology Letters**, v. 33, p.1905–10, 2011.
- CONAB. **Levantamentos de safra: 2º Levantamento grãos safra 2014/15**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&ordem=criterioSafra1>>. Acesso em: 16 abr. 2015.
- GAO, Y. et al. Interactions of rice (*Oryza sativa* L.) and PAH-degrading bacteria (*Acinetobacter* sp.) on enhanced dissipation of spiked phenanthrene and pyrene in waterlogged soil. **Science of the Total Environment**, v. 372, p. 1-11, 2006.
- KUŠAR, D.; AVGUŠTIN, G. Optimization of the DGGE band identification method. **Folia Microbiologica**, v. 57, p.301–6, 2012.
- POSTMA-BLAAUW, M.B. et al. Soil biota community structure and abundance under agricultural intensification and extensification. **Ecology**, v. 91, p. 460–473, 2010.
- SÁNCHEZ, O. et al. Comparison of different denaturing gradient gel electrophoresis primer sets for the study of marine bacterioplankton communities. **Applied Environmental Microbiology**, v. 73, p. 5962–5967, 2007.
- WANG, S.; HE, J. Two-step denaturing gradient gel electrophoresis (2S-DGGE), a gel-based strategy to capture full-length 16S rRNA gene sequences. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 95, p. 1305–12, 2012.
- ZHONG, Y. et al. Microbial community and functional genes in the rhizosphere of alfalfa in crude oil-contaminated soil. **Frontiers of Environmental Science & Engineering**, China, n. 6, p. 797–805, 2012.

EFEITO DA CULTURA ANTECEDENTE E DO MANEJO DO SOLO NAS EMISSÕES DE METANO E ÓXIDO NITROSO DE PLANOSSOLO NO OUTONO/INVERNO

Camila Lemos Lacerda¹; Anderson Dias Silveira²; Marla de Oliveira Farias³; Patrícia Maciejewski⁴; Walkyria Bueno Scivittaro⁵; Rogério de Oliveira Sousa⁶; Julio José Centeno da Silva⁵

Palavras-chave: gás de efeito estufa, potencial de aquecimento global, entressafra, preparo do solo.

INTRODUÇÃO

O arroz é um dos cereais mais consumidos no mundo, sendo o Brasil o nono produtor mundial. A produção brasileira de arroz está concentrada na região Sul, especialmente no Estado do Rio Grande do Sul. A soja, por sua vez, vem ganhando cada vez mais destaque no setor agrícola brasileiro, que ocupa a segunda posição entre os países produtores da oleaginosa (IBGE, 2015). Ambos os cultivos apresentam grande valor econômico e social para a região Sul do Brasil, destacando-se o aumento da área cultivada com soja em terras baixas, inserida em sistemas de rotação com o arroz irrigado.

A atividade agrícola contribui com fração considerável das emissões totais de gases de efeito estufa (GEE) de origem antrópica, respondendo por, aproximadamente, 50% das emissões de metano (CH₄) e 60% das emissões de óxido nitroso (N₂O), em nível mundial (SMITH et al., 2007).

Os estudos sobre as atividades humanas com potencial mitigador de emissões de GEE para a atmosfera são relativamente recentes no Brasil (COSTA, 2005), sendo requeridas informações que contribuam para o estabelecimento do potencial de emissão de GEE de diversas práticas envolvidas no processo produtivo, com destaque para o setor agropecuário (SILVA, 2014).

As diferentes épocas e operações de preparo do solo e o manejo da cobertura vegetal determinam potenciais distintos de incorporação de carbono (C) ao solo e de emissões de gases do efeito estufa, pois influenciam os processos microbianos (SILVA, 2014).

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da cultura antecedente e da época e operações de preparo do solo nas emissões de metano e óxido nitroso de Planossolo, durante o período de outono/inverno.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no outono/inverno de 2014 (período de entressafra), na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS. O solo da área experimental é classificado como Planossolo Háplico. Avaliaram-se três tratamentos de manejo do solo e da cobertura vegetal: área previamente cultivada com arroz, preparada com rolo-faca imediatamente após a colheita (arroz/RF); área previamente cultivada com soja, mantida em pousio durante o outono/inverno (soja/SP); e área previamente cultivada com soja, preparada com subsolador e grade leve no outono (soja/CP). Os tratamentos foram dispostos em faixas com dimensões de 10 m x 100 m. Em cada faixa foram distribuídos três sistemas coletores de GEE, do tipo câmara estática fechada (MOSIER,

¹Graduanda em Agronomia, FAEM-UFPEL, Caixa Postal 354, CEP 96160-000, Capão do Leão-RS, camilall95@hotmail.com

²Engenheiro Agrônomo, FAEM/UFPEL.

³Engenheira Agrônoma, Dra, Bolsista DTI do CNPq, Embrapa Clima Temperado.

⁴Graduanda em Agronomia, FAEM/UFPEL.

⁵Engenheiro(a) Agrônomo(a), Dr(a)., Pesquisador(a) da Embrapa Clima Temperado.

⁶Engenheiro Agrônomo, Dr., FAEM-UFPEL.

1989), constituída por câmaras e bases de alumínio, que compuseram as repetições dos tratamentos.

As coletas de amostras de ar foram realizadas semanalmente, no período de 16 de junho a 27 de outubro de 2014, sempre no horário de 9:00 h às 11:00 h. As amostras de ar foram coletadas manualmente, utilizando-se seringas de polipropileno (20 mL) nos tempos zero, 5, 10, 20 minutos após o fechamento dos sistemas coletores. Em cada tempo, o ar no interior das câmaras foi previamente homogeneizado durante 30 segundos, por ventiladores instalados no topo das câmaras. As amostras coletadas foram analisadas por cromatografia gasosa, no Laboratório de Biogeoquímica Ambiental da UFRGS. Os fluxos de CH_4 e de N_2O foram calculados pela relação linear entre a variação na concentração dos gases e o tempo de coleta. Determinou-se, ainda, a emissão total do período de entressafra (133 dias), pela integração da área sob a curva obtida pela interpolação dos valores diários de emissão de CH_4 e de N_2O do solo (GOMES et al., 2009). Com base na emissão acumulada de CH_4 e N_2O , foi calculado o potencial de aquecimento global parcial (PAGp), que considera o potencial de aquecimento de cada gás em relação ao dióxido de carbono (CO_2) (25 para o CH_4 e 298 para o N_2O). Os fluxos diários e as emissões totais foram analisados por estatística descritiva (média \pm desvio padrão).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fluxos de CH_4 no tratamento arroz/RF apresentaram picos de emissão aos 7, 17 e 28 dias após o início das avaliações, com valores correspondentes a 66,3 g, 74,2 g e 224,7 g $\text{CH}_4 \text{ ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$, respectivamente (Figura 1b). Esses valores são compatíveis com a ocorrência de solo saturado e que recebeu incorporação recente de material orgânico, decorrente do manejo do solo com rolo-faca em presença de lâmina d'água. Em ambiente anaeróbico, a atividade de micro-organismos metanogênicos é estimulada, gerando metano, como produto final da decomposição de fontes de carbono (LE MER & ROGER, 2001).

Por outro lado, nas áreas previamente cultivadas com soja, seja na presença (soja/CP) ou ausência de preparo (soja/SP), por prevalecerem condições de ambiente oxidado, proporcionadas pelo estabelecimento de sistema de drenagem, determinaram-se valores de emissão de metano baixos; os picos máximos medidos foram correspondentes a 5,0 g $\text{CH}_4 \text{ ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ no tratamento soja/SP, aos sete dias após o início das coletas, e de 8,0 g $\text{CH}_4 \text{ ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$, para o tratamento, soja/CP, aos 28 dias após o início das coletas, muito embora tenham ocorrido chuvas consideráveis nesse período (Figura 1a). Após 56 dias do início das avaliações, independentemente da cultura antecedente e das operações de preparo, as emissões de metano do solo praticamente cessaram, registrando-se valores próximos a zero e, em alguns momentos, inclusive influxo de CH_4 (Figura 1b).

Com relação às emissões de óxido nitroso, o maior pico foi observado na área relativa ao tratamento soja/SP, no 7º dia de avaliação, com valor de 2.120 mg $\text{N}_2\text{O} \text{ ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$. Atribui-se este resultado à ocorrência de alternância nas condições de oxirredução do solo, associadas à precipitação (Figura 1a) em solo com drenagem deficiente, que favorece a ocorrência dos processos de nitrificação/desnitrificação e, portanto, a emissão de N_2O . Além disso, a emissão desse gás tende a ser maior na presença de resíduos com relação C:N baixa, como os de leguminosas (ZSCHORNACK et al., 2011).

No tratamento arroz/RF, verificaram-se dois picos de emissão de N_2O do solo, com valores de 1.375 mg $\text{N}_2\text{O} \text{ ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$, determinado 28 dias após o início das avaliações, e de 496 mg $\text{N}_2\text{O} \text{ ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$, 91 dias após o início das avaliações (Figura 1c). Em ambos os momentos, os picos medidos provavelmente estiveram relacionados à alternância dos processos de umedecimento e secagem do solo, decorrentes de eventos de chuva intensa em área com drenagem deficiente (Figura 1a). Já o tratamento soja/CP apresentou valores de emissão de N_2O menores, sendo o fluxo máximo de 385 mg $\text{N}_2\text{O} \text{ ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$, aos 71 dias após o início das avaliações (Figura 1c).

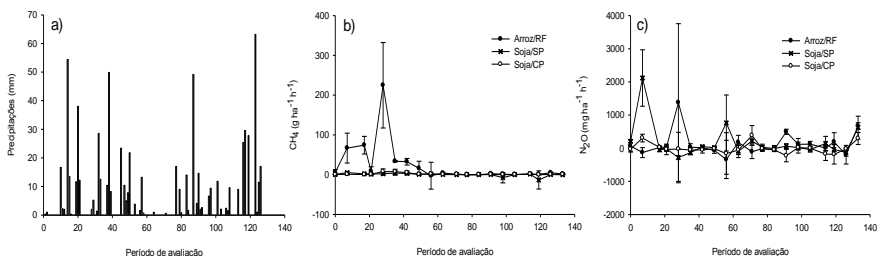


Figura 1. Precipitação pluviométrica (a) e fluxos de CH₄ (b) e de N₂O (c) em Planossolo durante a entressafra (2014), em função da cultura antecedente e das operações de preparo do solo.

O tratamento arroz/RF apresentou maior emissão acumulada de CH₄ durante a entressafra (81,5 kg ha⁻¹) (Figura 2a). Grande parte desse total foi emitido no início do período de avaliação, quando o solo ainda se encontrava saturado e com presença de lâmina de água, o que associado à recente incorporação de material vegetal proporcionou condições ideais para a emissão de metano. Nos tratamentos soja/CP e soja/SP, as emissões totais de CH₄ foram menores (4,8 e 0,6 kg ha⁻¹, respectivamente), comparativamente ao tratamento cultivado com o arroz irrigado, pois o cultivo de soja em terras de arroz, independente das operações de preparo do solo, exige o estabelecimento prévio de sistema de drenagem.

A emissão total de N₂O do solo (Figura 2b) foi maior no tratamento soja/SP (0,6 kg N₂O ha⁻¹), seguida pelos tratamentos arroz/RF e soja/CP. Este último, a despeito de a cultura antecedente ter sido uma leguminosa, rica em nitrogênio (N), apresentou, inclusive, influxo de N₂O durante a entressafra. Este resultado indica que as operações de preparo realizadas, subsolagem e gradagem, evitaram a alternância nas condições de oxirredução do solo e, consequentemente, os processos de nitrificação/desnitrificação, que são geradores de N₂O. Segundo Baggs et al. (2003), a presença de palha em superfície, proporcionada pelo não revolvimento do solo, mantém a umidade do solo e favorece a desnitrificação. Os três manejos avaliados apresentaram valores de emissão total de N₂O baixos, considerando-se a emissão total de CH₄.

O metano foi o principal componente do potencial de aquecimento global parcial do tratamento arroz/RF, favorecido pela condição de solo saturado, sendo também, o único componente do tratamento soja/CP. Já no tratamento soja/SP a maior contribuição do PAGp foi do N₂O, gerado em razão da alternância nas condições de oxirredução do solo (Figura 2c).

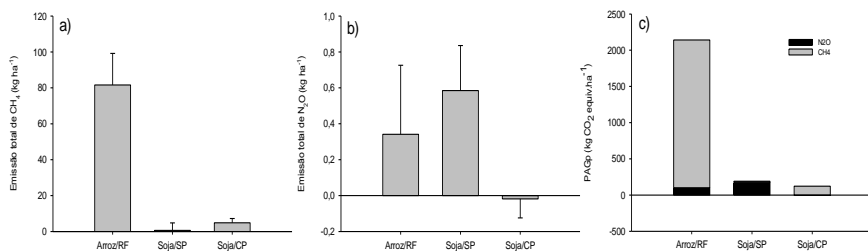


Figura 2. Emissão total de CH₄ (a) e de N₂O (b) e potencial de aquecimento global parcial (PAGp) (c) de Planossolo durante a entressafra (2014), em função da cultura antecedente e das operações de preparo do solo.

CONCLUSÃO

A cultura antecedente e as operações de preparo do solo influenciam o fluxo e as emissões acumuladas de metano e óxido nitroso de Planossolo durante o período de outono/inverno. Em área previamente cultivada com arroz, o metano é o principal componente do potencial de aquecimento global parcial no período de entressafra. A soja praticamente elimina as emissões de metano na entressafra. As emissões de óxido nitroso na entressafra são desprezíveis.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e FAPERGS, pela concessão de bolsas de estudo, e à Embrapa e FAPERGS, pelo financiamento da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAGGS, E. M. et al. Nitrous oxide emissions following application of residues and fertilizer under zero and conventional tillage. **Plant and Soil**, The Hague, v. 254, n. 1, p. 361-370, 2003.
- COSTA, F. S. **Estoques de carbono orgânico e efluxos de dióxido de carbono e metano de solos em preparo convencional e plantio direto no subtropico brasileiro**. 2005. 129 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- GOMES, J. et al. Soil nitrous oxide emissions in long-term cover crops-based rotations under subtropical climate. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v. 106, n. 1, p. 36-44, 2009.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Séries: históricas e estatísticas**. Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/>>. Acesso em 15 jan. 2015.
- LE MER, J.; ROGER, P. Production, oxidation, emission and consumption of methane by soils: a review. **European Journal of Soil Biology**, Paris, v. 37, n. 1, p. 25-50, 2001.
- MOSIER, A. R. Chamber and isotope techniques. In: ANDRAE, M. O.; SCHIMMEL, D. S. (Eds). **Exchange of trace gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere: report of the Dahlem Workshop**. Berlin: Wiley, 1989. p. 175-187.
- SILVA, J. T. **Emissões de metano e óxido nitroso em área de arroz irrigado influenciadas por sistemas de preparo do solo**. 2014. 72 p. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação do Solo e da Água) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- SMITH, P.; MARTINO, D.; CAI, Z.; GWARY, D.; JANZEN, H.; KUMAR, P.; McCARL, B.; OGLE, S.; O'MARA, F.; RICE, C.; SCHOLLES, B.; SIROTENKO, O. Agriculture. In: METZ, B.; DAVIDSON, O. R.; BOSCH, P. R.; DAVE, R.; MEYER, L. A. **Climate change 2007: mitigation**. Contribution of working group III to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. p. 497-540.
- ZSCHORNACK, T. et. al. Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from flood irrigated rice by no incorporation of winter crop residues into the soil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 623-634, 2011.
- ZSCHORNACK, T. **Emissões de metano e de óxido nitroso em sistemas de produção de arroz irrigado no Sul do Brasil e potencial de mitigação por práticas de manejo**. 2011. 101 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

EFEITO DE FONTES NITROGENADAS DE LIBERAÇÃO CONTROLADA SOBRE AS EMISSÕES DE N₂O EM ARROZ IRRIGADO

Thais Antolini Vecozzi¹; Rogério Oliveira de Sousa²; Walkyria Bueno Scivittaro³; Jaqueline Trombetta da Silva⁴; Cristiano Weiner⁵; Victor Cieza Carrillo⁵; Rafael Nunes Aguiar⁵; Rodrigo Leiton⁵

Palavras-chave: fertilizante, nitrogênio, gases de efeito estufa.

INTRODUÇÃO

O nitrogênio (N) aplicado ao solo na forma de fertilizante nitrogenado pode ser absorvido pelas plantas e micro-organismos ou ser removido do solo pelos processos de nitrificação e desnitrificação na forma de óxidos de nitrogênio (N₂O, NO ou N₂), ser volatilizado na forma de amônia (NH₃) ou lixiviado como nitrato (NO₃⁻) (AHLSCHEDE, 2013). Em solos cultivados com arroz irrigado por inundação, a submersão provoca mudanças nas condições de oxirredução do solo que favorecem a produção de óxido nitroso (N₂O), um dos principais gases de efeito estufa (GEE), em função de promover alternância nos processos microbianos de nitrificação e desnitrificação, principais responsáveis pela produção de N₂O no solo (SIGNOR & CERRI, 2013). Em sistemas de produção de arroz irrigado por inundação, a suplementação de N na forma de fertilizante nitrogenado, embora seja muito importante para atingir altas produtividades da cultura, também é associada a picos de emissão de N₂O nos primeiros dias após a inundação do solo (LI et al., 2009). Nesse sentido, é importante considerar que o N₂O possui alto potencial de aquecimento global (298 vezes superior ao do CO₂) (IPCC, 2007). Portanto, medidas para reduzir as emissões de N₂O, através de adequações no manejo da cultura, podem contribuir significativamente para a mitigação de emissão de gases de efeito estufa associadas a esse cultivo (ROSENZWEIG & TUBIELLO, 2007).

É com este foco que fontes nitrogenadas de eficiência aumentada estão sendo testadas em diversos cultivos. Dentre as fontes destacam-se os fertilizantes de liberação controlada, tidos como alternativa para a minimização das perdas de N do sistema solo-planta e aumento da eficiência de seu uso em vários cultivos. Isto porque são formulados a partir de fontes nitrogenados minerais solúveis, revestidas com material pouco solúvel em água, possibilitando o controle da dissolução e conseqüente aumento no tempo de liberação do nutriente (LINGUIST et al., 2012). Tais produtos preconizam uma única aplicação, gerando economia de trabalho, tempo e energia, comparativamente aos fertilizantes convencionais, que requerem mais de uma operação, em função das fertilizações parceladas. A combinação de fertilizantes nitrogenados com diferentes tempos de liberação é associada à melhoria na sincronia entre a disponibilidade de N e a necessidade da planta (WANG et al., 2015). No entanto, o desempenho agrônômico desses produtos ainda não é conhecido para o arroz irrigado nas condições de cultivo da região Sul do Brasil.

Este trabalho teve por objetivo avaliar as emissões de N₂O de fertilizantes nitrogenados de liberação controlada, comparando-as à da ureia, bem como estabelecer o potencial de mitigação de emissões deste gás de efeito estufa para a cultura de arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado sob condições de campo, de novembro de 2014 a abril de

¹ Doutoranda PPG em Manejo e Conservação do Solo e da água, Universidade Federal de Pelotas, UFPel, FAEM, Campus Universitário s/n, Caixa Postal 354, Capão do Leão-RS, CEP 96160-000, thais_antolini@hotmail.com.

² Doutor em Ciência do Solo, UFPel.

³ Doutora em Ciências, Embrapa Clima Temperado.

⁴ Doutoranda PPG em Manejo e Conservação do Solo e da Água, UFPel.

⁵ Graduandos Agronomia, UFPel.

2015, em um Planossolo Háplico, na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS. A cultivar de arroz irrigado de ciclo precoce PUITÁ INTA-CL foi semeada em 18 de novembro de 2014, em área preparada em sistema convencional. Utilizou-se um espaçamento entrelinhas de 17,5 cm e uma densidade de 100 kg ha⁻¹ de sementes. Em pré-semeadura, aplicou-se a lanço e incorporou-se em área total 360 kg ha⁻¹ da formulação 0-25-25. Este e os demais tratos culturais para o arroz foram estabelecidos de acordo com as indicações técnicas para a cultura nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (SOSBAI, 2014). O início da irrigação ocorreu em 20 de dezembro de 2015, correspondendo ao estágio de quatro folhas (V4). O cultivo estendeu-se até o dia 6 de abril de 2015, quando se procedeu a colheita do arroz.

O experimento compreendeu quatro tratamentos e três repetições, dispostos em blocos ao acaso, incluindo: M1: dose recomendada de nitrogênio (DRN) para o arroz irrigado (120 kg ha⁻¹ de N), estabelecida em função dos resultados da análise do solo e considerando-se uma expectativa de resposta alta à adubação, como ureia, parcelada em três aplicações, em pré-semeadura (10 kg N ha⁻¹) e em cobertura (110 kg N ha⁻¹), sendo metade no estágio de quatro folhas (V4) e o restante, na iniciação da panícula (R0); M2: DRN, como fertilizante nitrogenado de liberação controlada recoberto com boro e cobre (44,6% N, 0,4% B e 0,15% Cu) parcelado em duas aplicações (70 kg N ha⁻¹ em V4 e 50 kg N ha⁻¹ em R0); M3 e M4: DRN e 70% DRN, como fertilizante nitrogenado de liberação controlada recoberto com polímeros derivados de poliácridatos não hidrossolúveis (39,4% de N, apresentando 20%, 80% e 100% do N com liberação em até 15, 60 e 90 dias após a aplicação, respectivamente), aplicado em pré-semeadura a lanço e incorporado, respectivamente.

As amostragens de ar foram realizadas semanalmente, no horário das nove às onze horas, através da metodologia de câmaras estáticas descrita por MOSIER (1989). A concentração de N₂O foi determinada em cromatografia gasosa e os fluxos calculados utilizando-se a equação: $f = (\Delta Q/\Delta t) \cdot (PV/RT) \cdot (M/A)$, onde: f é o fluxo de N₂O (µg m⁻² h⁻¹), Q é a quantidade do gás (µmol mol⁻¹) na câmara no momento da coleta, t é o tempo da amostragem (min), P é a pressão atmosférica (atm) no interior da câmara - assumida como 1 atm, V é o volume da câmara (L), R é a constante dos gases ideais (0,08205 atm L mol⁻¹ K⁻¹), T é a temperatura dentro da câmara no momento da amostragem (K), M é a massa molar do gás (µg mol⁻¹) e A é a área da base da câmara (m²). A emissão total da safra foi calculada pela integração da área sob a curva obtida pela interpolação dos valores diários de emissão de N₂O do solo, estimada a partir do fluxo calculado pela fórmula anterior.

Os resultados da emissão total de N₂O foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o software SigmaPlot®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fluxos de N₂O variaram de -540,8 a 15.684,9 mg ha⁻¹ dia⁻¹ na safra 2014/15 (Fig. 1a). Os manejos com uso de fertilizante de liberação controlada (M3 e M4) apresentaram picos de emissão de N₂O anteriormente à inundação do solo (13 dias após a semeadura - DAS). Logo após a entrada d'água e primeira adubação nitrogenada em cobertura, para os manejos M1 e M2, verificaram-se picos de emissão em todos os tratamentos. Segundo Skiba & Smith (2000), a disponibilidade de N mineral e o conteúdo de água no solo são os fatores mais relevantes e determinantes dos fluxos de emissão de N₂O. Após tais picos de emissão, que apresentaram os valores máximos determinados ao longo do cultivo, os fluxos de N₂O apresentaram valores próximos de zero, alternando-se a ocorrência de valores positivos e negativos até o final do período de cultivo do arroz. Nem mesmo por ocasião da segunda adubação em cobertura, realizada nos manejos M1 e M2, foram determinados fluxos importantes de N₂O. Atribui-se esse comportamento à manutenção de lâmina de água contínua nas parcelas experimentais, evitando a alternância nas condições de oxirredução do solo que predisporia à emissão de N₂O e ao fato de a aplicação de N no início da fase reprodutiva do arroz coincidir com um período em que a demanda de nutriente pela planta é muito elevada, sendo, portanto, menos suscetível a perdas do sistema solo planta

devido à alta absorção pelas plantas (NORMAN et al., 2002).

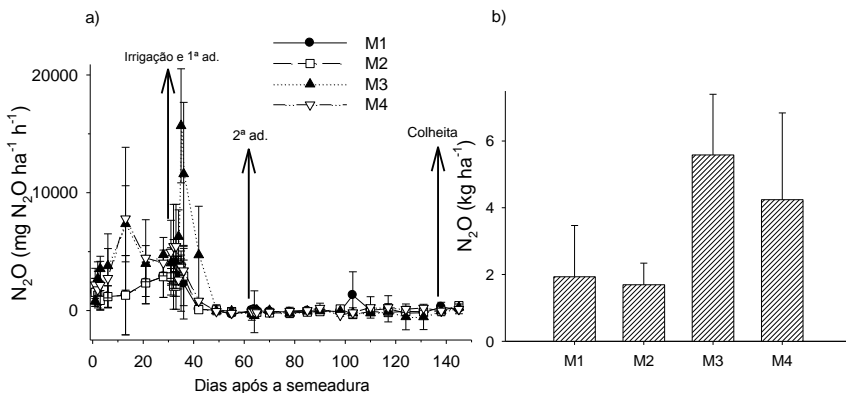


Figura 1: Fluxo de N_2O (a) e emissão total de N_2O (b) em arroz irrigado, sob distintos manejos da adubação nitrogenada, sendo: M1 e M2: dose recomendada de nitrogênio (DRN) para o arroz irrigado como ureia e ureia recoberta com boro e cobre, respectivamente, parcelada em pré-semeadura e em duas coberturas; M3 e M4: DRN e 70% DRN, respectivamente, como fertilizante nitrogenado de liberação controlada recoberto com polímeros derivados de poliácridatos não hidrossolúveis, aplicado em pré-semeadura a lanço e incorporado. Irrigação e 1ª ad.= início da inundação do solo com a entrada d'água e primeira adubação em cobertura no M1 e M2; 2ª ad.= segunda adubação em cobertura nos manejos M1 e M2; Colheita = colheita do experimento.

A emissão total de N_2O (Fig. 1b) foi estatisticamente equivalente entre os manejos da adubação nitrogenada, independente da fonte, dose e parcelamento da aplicação. Este resultado mostra que a ureia, fonte convencional de nitrogênio para o arroz irrigado, não intensifica o efluxo de N_2O do solo, sob manejo da irrigação por inundação contínua. Em experimento conduzido por Cai et al. (1997), onde se avaliou a influência do manejo da adubação nitrogenada no cultivo de arroz irrigado por inundação nas emissões de N_2O , também não foi encontrada diferença significativa entre o tratamento testemunha sem N e o tratamento com aplicação de $100\ kg\ N\ ha^{-1}$ de ureia.

A eficiência dos fertilizantes de liberação controlada pode ser alterada, ou mesmo comprometida, pela temperatura, umidade e atividade de micro-organismos mais elevadas, em áreas sob inundação, uma vez que a presença contínua de água pode afetar a camada de recobrimento do fertilizante, pela maior dilatação, favorecendo a penetração de água através da cápsula envoltória, acelerando a taxa de liberação do nutriente (MOTA, 2013). Na região Sul, a recomendação para a aplicação de fontes solúveis de N para o arroz irrigado prevê o parcelamento da dose, de forma a favorecer a sincronia entre as épocas de aplicação do fertilizante e de maior demanda do N pela cultura. Em cultivos de sequeiro, o parcelamento seria dispensado quando do uso de fertilizantes de liberação controlada, pela liberação controlada do nutriente. Em ambiente inundado, porém, a presença de lâmina de água acelera a liberação do N e favorece a emissão de N_2O . Portanto, para os fertilizantes nitrogenados de liberação controlada se tornarem alternativas viáveis para a minimização das emissões de N_2O em cultivo de arroz irrigado, há a necessidade de desenvolvimento de produtos específicos a esse ambiente, com formulações do material de recobrimento, adaptadas ao complexo sistema em que se cultiva o arroz irrigado por inundação.

CONCLUSÃO

Os fertilizantes nitrogenados de liberação controlada, em comparação com a ureia, não elevam as emissões de N_2O no cultivo de arroz irrigado.

Os fertilizantes nitrogenados de liberação controlada, mesmo em doses reduzidas, não reduziram as emissões de N_2O no cultivo de arroz irrigado, comparativamente a uréia.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, CNPq, EMBRAPA e FAPERGS pela bolsa de estudos e auxílio à pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHLSCHWEDE, C. M. **Microbial Ecology, N, and N_2O Trends in Marginal Soils Used for Cellulosic Biofuel Production in Eastern Nebraska**. 2013. 121 f. Dissertation (MSc) - University of Nebraska, Lincoln.
- CAI, Z. et al. CH_4 and N_2O emissions from rice paddy fields as affected by nitrogen fertilisers and water management. **Plant and Soil**, Netherlands, v. 196, p. 7-14, 1997. Disponível em: www.researchgate.net/profile/Zucong_Cai/publication/226872972_Methane_and_nitrous_oxide_emissions_from_rice_paddy_fields_as_affected_by_nitrogen_fertilisers_and_water_management/links/55231ab00cf2f9c130544d98.pdf Acesso em: junho de 2015.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the 5th Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press, NY, USA, 2007, 996 p.
- LI, X. et al. CH_4 and N_2O emissions from rice paddy soil as influenced by timing of application of hydroquinone and dicyandiamide. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Netherlands, v.85, p.31-40, 2009. Disponível em: www.researchgate.net/publication/225472208_Methane_and_nitrous_oxide_emissions_from_rice_paddy_soil_as_influenced_by_timing_of_application_of_hydroquinone_and_dicyandiamide Acesso em: junho de 2015.
- LINQUIST, B. A. et al. Fertilizer management practices and greenhouse gas emissions from rice systems: A quantitative review and analysis. **Field Crops Research**, Netherlands, v. 135, p. 10-21, 2012. Disponível em: www.researchgate.net/profile/Kees_Jan_Van_Groenigen/publication/230888455_Fertilizer_management_practices_and_greenhouse_gas_emissions_from_rice_systems_A_quantitative_review_and_analysis/links/0912f505cc56de67e3000000.pdf Acesso em: junho de 2015.
- MOSIER, A. R. Chamber and isotope techniques. In: ANDREAE, M.O.; SCHIMMEL, D.S. (Ed.). **Exchange of trace gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere: report of the Dahlem Workshop**. Berlin, Wiley, p. 175-187, 1989.
- MOTA, M. R. **Fontes de liberação lenta como alternativa para aumentar a eficiência de uso do nitrogênio**. 2013. 68 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages.
- NORMAN, R. J.; WILSON JR., C. E.; SLATON, N. A.; BOOTHE, D. L.; GRIGGS, B. R. **Influence of nitrogen fertilizer source, application rate and timing on grain yields of delayed, flood rice**. Atlanta: Potash and Phosphate Institute, 2002. 5 p.
- ROSENZWEIG, C.; TUBIELLO, F. N. Adaptation and mitigation strategies in agriculture: an analysis of potential synergies. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, Netherlands, v. 12, p. 855-873, 2007.
- SKIBA, U.; SMITH, K. A. The control of nitrous oxide emissions from agricultural and natural soils. **Chemosphere – Global Change Science**, Netherlands, v. 2, p. 379-386, 2000.
- SIGNOR, D. et al. N_2O emissions due to nitrogen fertilizer applications in two regions of sugarcane cultivation in Brazil. **Environmental Research Letters**, UK, v. 8, p. 1-9, 2013. Disponível em: iopscience.iop.org/1748-9326/8/1/015013/article Acesso em: junho de 2015.
- SOSBAI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Porto Alegre, RS:SOSBAI, 2014, 164 p.
- WANG, S.; ZHAO, X.; XING, G.; YANG, Y.; ZHANG, M.; CHEN, H. Improving grain yield and reducing N loss using polymer-coated urea in southeast China. **Agronomy for Sustainable Development**, Paris, 2015.

EMISSÕES DE METANO E ÓXIDO NITROSO DE PLANOSSOLO CULTIVADO COM SOJA EM FUNÇÃO DO MANEJO DO SOLO

Marla de Oliveira Farias¹; Anderson Dias Silveira²; Gerson Lubke Büss³; Camila Lemos Lacerda⁴; Gessiele Corrêa da Silva⁵; Walkyria Bueno Scivittaro⁶; Rogério Oliveira de Sousa⁷

Palavras-chave: gases de efeito estufa; potencial de aquecimento global; terras baixas; *Glycine max* L.

INTRODUÇÃO

O aquecimento global é causado pelo aumento da concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, com destaque para o dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), devido principalmente às atividades antrópicas, tais como o desmatamento, as queimadas e as atividades agropecuárias (IPCC, 2007).

A agricultura está diretamente relacionada à concentração de gases de efeito estufa no planeta, através dos processos básicos que ocorrem no sistema solo-planta, contribuindo com aproximadamente 22% do total das emissões (IPCC, 2007). Os solos agrícolas podem atuar como fonte ou dreno de GEE, dependendo das práticas de manejo utilizadas (JOHNSON et al., 2005).

Emissões relevantes de metano são observadas em solos cultivados com arroz irrigado por inundação, respondendo por 15% a 20% das emissões. Nesse ambiente, a produção de CH₄ está associada à decomposição microbiana de materiais orgânicos, sob condições anaeróbicas (LE MER & ROGER, 2001). Já as emissões de N₂O no cultivo de arroz irrigado estão relacionadas com a dinâmica do nitrogênio (N) no solo, sendo influenciadas, principalmente, pelas adições de fertilizantes nitrogenados e condições de oxirredução do solo (LIU et al., 2010).

O Rio Grande do Sul é o maior produtor nacional de arroz irrigado, com área cultivada superior a um milhão de hectares por ano (SOSBAI, 2014). O monocultivo de arroz irrigado em rotação à pecuária extensiva resultou ao longo dos anos em diversas consequências negativas ao ambiente de terras baixas, como a degradação do solo, a infestação das áreas com plantas daninhas, particularmente o arroz vermelho, e a queda do rendimento da cultura (SANTOS, 2013). Na busca de reverter essa situação e considerando o elevado valor econômico obtido pela soja nos últimos anos, houve grande expansão do cultivo dessa oleaginosa em rotação ao arroz irrigado. A pesquisa vem tentando suprir o sistema produtivo com informações sobre o manejo da cultura, bem como sobre os impactos ambientais de sua introdução no frágil agroecossistema de terras baixas do Sul do Brasil.

Nesse contexto, realizou-se o presente trabalho, que teve por objetivo avaliar as emissões de metano e de óxido nitroso de Planossolo cultivado com soja em função da época e das operações de preparo do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em Planossolo Háplico, na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão-RS. As avaliações das emissões de

¹ Dr^a. Eng^a Agr^a.; Bolsista DTI do CNPq; Embrapa Clima Temperado, BR 392, km 78, Pelotas-RS, CEP: 96010-971; marla.farias@colaborador.embrapa.br.

² Engenheiro Agrônomo; FAEM/UFPel.

³ Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Solos-UFPel.

⁴ Graduanda em Agronomia; FAEM/UFPel.

⁵ Graduanda em Química; IF Sul/Campus Visconde da Graça.

⁶ Dr^a. Eng^a. Agr^a. Pesquisadora; Embrapa Clima Temperado.

⁷ Dr. Eng. Agr. Professor associado; FAEM/UFPel.

GEE foram realizadas no cultivo da soja, na safra de 2013/2014 (22 de novembro de 2013 a 26 de maio de 2014), em área previamente cultivada com arroz irrigado (safra 2012/2013). A soja, cultivar BRS 246 RR, foi semeada no dia 06/11/2013, porém, teve de ser ressemeada em 28/12/2013 em função do não desenvolvimento satisfatório da cultura na primeira semeadura.

Avaliaram-se dois sistemas de manejo do solo no cultivo da soja: soja cultivada em sistema plantio direto sobre a resteva de arroz, com a manutenção da área em pousio durante o outono/inverno de 2013 (Soja/PD), e soja cultivada em área preparada no outono/inverno de 2013 (preparo antecipado) (Soja/PA). Os tratamentos foram dispostos em delineamento de faixas, com dimensões de 10 m x 100 m. Em cada faixa foram distribuídos três sistemas coletores de GEE, que constituíram as repetições dos tratamentos.

Monitoraram-se as precipitações ocorridas ao longo do período de avaliação (Figura 1a). As coletas de ar para análise das concentrações de CH₄ e N₂O foram realizadas semanalmente, utilizando-se o método da câmara estática fechada (MOSIER, 1989). As câmaras utilizadas foram dispostas sobre bases no período compreendido entre 9:00 h e 11:00 h. O fechamento hermético do conjunto câmara-base se deu pela colocação de água em canaleta disposta na parte superior das bases onde as câmaras eram apoiadas (GOMES et al., 2009). O ar no interior das câmaras era homogeneizado durante 30 segundos antes de cada amostragem, com uso de ventiladores dispostos na parte superior das câmaras, e a temperatura interna monitorada. As amostras de ar do interior das câmaras foram coletadas com auxílio de seringas de polipropileno (20 mL) nos tempos 0; 5; 10 e 20 minutos após seu fechamento.

As concentrações de CH₄ e de N₂O nas amostras de ar foram analisadas por cromatografia gasosa, no Laboratório de Biogeoquímica Ambiental da UFRGS. Os fluxos de gases foram calculados pela relação linear entre a variação na concentração dos gases e o tempo de coleta. Com base na emissão acumulada de CH₄ e N₂O, calculou-se o potencial de aquecimento global parcial (PAGp). Os fluxos diários e as emissões totais de CH₄ e de N₂O foram analisados por estatística descritiva (média \pm desvio padrão).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fluxos de CH₄ variaram de -0,5 g ha⁻¹ h⁻¹ (Soja/PA) a 3,1 g ha⁻¹ h⁻¹ (Soja/PD) aos 53 dias e aos 24 dias após o início das avaliações, respectivamente. Independentemente do sistema de preparo do solo, plantio direto ou preparo antecipado, as emissões de CH₄ foram baixas durante o período de cultivo da soja, determinando-se, inclusive, em algumas das avaliações realizadas, valores de fluxos negativos, ou seja, influxo de metano (Figura 1b), o que se explica pelas condições de solo drenado que predominaram durante a maior parte do período de cultivo da soja, a despeito desta ter sido cultivada no ambiente de terras baixas. Este resultado indica que o cultivo da soja em rotação ao arroz irrigado apresenta elevado potencial de mitigar as emissões de metano do solo, podendo, em determinados momentos, atuar, até mesmo, como dreno desse gás de efeito estufa. Isto porque o cultivo da soja em terras baixas requer o estabelecimento de um sistema de drenagem efetivo, que evite ou minimize os períodos de manutenção do solo saturado, que predis põem a produção e emissão de metano do solo.

Considerando os diferentes manejos adotados no cultivo da soja, o tratamento em que a soja foi cultivada em sistema plantio direto foi responsável pelos maiores picos de emissão de CH₄ (Figura 1b), o que possivelmente se explica pela presença e manutenção de maior umidade em sistemas não submetidos ao revolvimento do solo. De acordo com Mosier, et al. (2004) as operações de preparo do solo promovem a aeração, ocorrendo à diminuição da emissão de CH₄ no solo, devido à oxidação aeróbica pelas bactérias metanotróficas.

De acordo com a Figura 1c, fluxos máximos de N₂O foram observados aos 27 dias após o início das avaliações, no tratamento com preparo antecipado do solo no outono/inverno (Soja/PA) (33.126 mg ha⁻¹h⁻¹), e aos 41 dias após o início das avaliações, no tratamento Soja/PD (25.979 mg ha⁻¹h⁻¹).

Em ambos os manejos do solo, plantio direto e preparo antecipado, determinaram-se picos de emissão de N_2O aos 27 dias após o início das avaliações (Figura 1c), o que possivelmente esteja relacionado à ocorrência de um período prévio de estiagem (Figura 1a), que exigiu a irrigação da área por inundação intermitente (banho), para garantir a ação de dessecante aplicado anteriormente à ressemeadura da soja. Isto elevou a umidade do solo e estabeleceu microsítios anaeróbicos, condição que, associada à presença de fonte de carbono lábil e de temperaturas elevadas, estimulou a atividade de micro-organismos associados aos processos de nitrificação/desnitrificação, geradores de fluxos de N_2O (BAGGS et al., 2003). Após esse período, as emissões de óxido nitroso medidas na área sob preparo antecipado foram de baixa magnitude ou nulas. Já no tratamento em que a soja foi semeada em sistema plantio direto observam-se, ainda, três outros picos de emissão de N_2O , com valores $25.979 \text{ mg ha}^{-1}\text{h}^{-1}$, aos 41 dias, $8.906 \text{ mg ha}^{-1}\text{h}^{-1}$, aos 45 dias, e $6.725 \text{ mg ha}^{-1}\text{h}^{-1}$, aos 80 dias após o início das avaliações (Figura 1c). A manutenção da palha do arroz na superfície do solo durante o período de entressafra possivelmente seja a causa desse comportamento, que coincidiu com períodos de chuvas mais intensas (Figura 1a), podendo estar relacionado, ainda, à menor difusão de oxigênio decorrente da compactação do solo, na ausência de revolvimento (BAGGS et al., 2003).

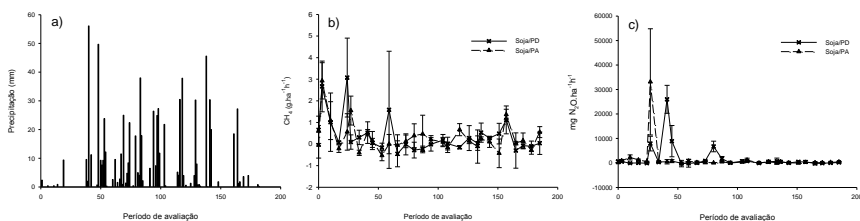


Figura 1. Precipitação pluviométrica (a) e fluxos de CH_4 (b) e de N_2O (c) em Planossolo cultivado com soja, em função do preparo do solo. Barras verticais representam o desvio padrão da média.

Com relação às emissões totais de CH_4 (Figura 2a), o tratamento em Soja/PD apresentou maior emissão ($1,45 \text{ kg CH}_4 \text{ ha}^{-1}$), comparativamente ao Soja/PA ($1,26 \text{ kg CH}_4 \text{ ha}^{-1}$). Independentemente do sistema, as emissões de CH_4 foram baixas, indicando que a inserção da soja em rotação ao arroz irrigado em Planossolo é uma opção eficiente na mitigação das emissões de CH_4 em terras baixas. As emissões acumuladas de N_2O (Figura 2b) também foram maiores no tratamento Soja/PD ($7,88 \text{ kg NO}_2 \text{ ha}^{-1}$), mostrando que a ausência de revolvimento do solo, somada à presença da palha em superfície, que mantém a umidade e age como fonte de C e N lábeis, favorece os processos de nitrificação/desnitrificação e, portanto, a emissão do N_2O (BAGGS et al., 2003).

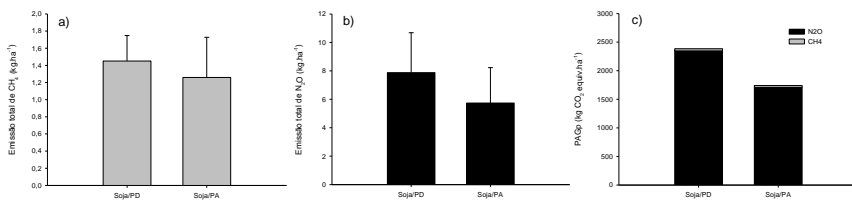


Figura 2. Emissão total de CH_4 (a), de N_2O (b) e o PAGp (c) em área de soja, sob diferentes sistemas de manejo. Barras verticais representam o desvio padrão da média.

A comparação entre os sistemas de preparo do solo para a soja mostra que Soja/PD

apresentou maior PAGp (2384 kg CO₂ equiv.ha⁻¹) relativamente ao Soja/PA (1741 kg CO₂ equiv. ha⁻¹), sendo o N₂O o principal componente do PAGp dos sistemas avaliados (Figura 2c). Segundo Gomes et al. (2009), a emissão de N₂O é um dos fatores que mais contribui para o aumento do PAG em sistemas cultivados com espécies leguminosas.

CONCLUSÃO

O preparo antecipado do solo, durante a entressafra, reduz as emissões de metano e óxido nitroso durante o cultivo da soja, relativamente à cultura semeada em sistema plantio direto.

Independentemente do manejo do solo na entressafra, o cultivo de soja em terras baixas proporciona baixas emissões de metano, representando uma alternativa promissora para a mitigação das emissões desse GEE. O óxido nitroso é o principal componente do potencial de aquecimento global parcial de Planossolo cultivado com soja.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPERGS e ao CNPq, pela concessão de bolsas de estudo e auxílio financeiro para a realização do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAGGS, E. M., et al. Nitrous oxide emissions following application of residues and fertilizer under zero and conventional tillage. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 254, n. 1, p. 361-370, 2003.

GOMES, J. et al. Soil nitrous oxide emissions in long-term cover crops-based rotations under subtropical climate. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v. 106, n. 1, p. 36-44, 2009.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. In: SOLOMON, D. et al. (Eds). **Climate Change 2007 - The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge. Cambridge University, 2007. p. 1-18.

JOHNSON, J. M. F., et al. Greenhouse gas contributions and mitigation potential of agriculture in the central USA. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 83, n. 1, p. 73-94, 2005.

LE MER, J.; ROGER, P. Production, oxidation, emission and consumption of methane by soils: a review. **European Journal of Soil Biology**, Paris, v. 37, n. 1, p. 25-50, 2001.

LIU, S. et al. Effects of water regime during rice-growing season on anual direct N₂O emission in a paddy rice-winter wheat rotation system in Southeast China. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 408, n. 1, p. 906-913, 2010.

MOSIER, A., et al. Methane and nitrogen oxide fluxes in tropical agricultural soil: sources, sinks and mechanisms. **Environment, Development and Sustainability**, Berlin, v. 6, n. 1, p. 11-49, 2004.

MOSIER, A. R. Chamber and isotope techniques. In: ANDRAE, M. O.; SCHIMEL, D. S. (Eds). **Exchange of traces gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere: report of the Dahlem Workshop**. Berlin: Wiley, 1989. p. 175-187.

SANTOS, C. E. **Um casamento promissor**. Anuário Brasileiro do Arroz, Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2013, p. 90-91.

SOCIEDADE SUL BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO - SOSBAI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. In: REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 30., 2014, Santa Maria: SOSBAI, 2014. p. 9-13.

EMISSÕES ANUAIS DE ÓXIDO NITROSO EM PLANOSSOLO SOB INFLUÊNCIA DO MANEJO DO SOLO E DO CULTIVO DE VERÃO

Walkyria Bueno Scivittaro¹; Gessiele da Silva Corrêa²; Anderson Dias Silveira³; Marla de Oliveira Farias⁴; Camila Lemos Lacerda⁵; Patrícia Maciejewski⁵; Gerson Lubke Büss⁶; Rogério Oliveira de Sousa⁷; Julio José Centeno da Silva¹

Palavras-chave: gás de efeito estufa, terras baixas, arroz irrigado, soja.

INTRODUÇÃO

O óxido nitroso (N_2O) é um gás de efeito estufa (GEE) cuja concentração na atmosfera tem aumentado a uma taxa aproximada de 0,75 ppb ao ano desde o início das medições. Em 2011, a concentração atmosférica média de N_2O foi de 324 ppb (IPCC, 2013). Os solos são responsáveis por 36% das emissões globais de N_2O , cuja produção está associada à presença de fonte de carbono orgânico e dos íons amônio e nitrato (SCHLESINGER, 2013).

Na agricultura, o óxido nitroso origina-se, principalmente, nos processos biológicos de nitrificação e desnitrificação, que ocorrem no solo. Em condições aeróbias, bactérias nitrificadoras convertem amônio em nitrato, podendo resultar na emissão de N_2O , como produto intermediário das reações de oxidação do nitrogênio (N). Mas em condições anaeróbias, o N_2O é gerado no processo de redução do nitrato a amônio, por micro-organismos desnitrificadores (BARTON et al., 2008). Assim, a produção de N_2O é favorecida pelo aumento na disponibilidade de formas minerais de N, seja por meio da adição de fertilizantes sintéticos ou adubos orgânicos, ou ainda, pela deposição de resíduos agrícolas e excretas de animais.

O balanço entre a produção e o consumo de N_2O no solo depende de mecanismos físicos, que variam com a temperatura e umidade (RAFIQUE et al., 2011). Assim, os sistemas de culturas e de manejo do solo, por alterarem a disponibilidade de fontes de carbono e nitrogênio, podem promover variações nas emissões de N_2O .

No Rio Grande do Sul, dados do setor orizícola revelam aumento significativo do preparo antecipado do solo, que apresentava área próxima a 100 mil hectares no início da década de 90, passando a cerca de 700 mil hectares em 2010. No mesmo período, a área preparada no sistema convencional decresceu de cerca de 650 mil ha para menos de 260 mil hectares (IRGA, 2014). Essa conversão de sistemas implica em redução média de 33% nas emissões de metano (CH_4) associadas à lavoura de arroz irrigado, visto que no preparo antecipado a movimentação do solo ocorre no outono/inverno, possibilitando que a grande parte da palha do arroz seja decomposta sob condições aeróbias (BAYER et al., 2013). Pouco se conhece sobre a influência do sistemas de culturas e de preparo do solo sobre as emissões de N_2O em terras baixas.

Pelo exposto, realizou-se um trabalho para avaliar a influência das operações de preparo do solo e da cultura de verão nas emissões de óxido nitroso em Planossolo, durante os períodos de entressafra e safra.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em Planossolo Háplico, na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS. As avaliações de emissões de N_2O

¹Engenheiro(a) Agrônomo(a), Dr.(a), Pesquisador(a) da Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, Pelotas-RS, CEP 96010-971, walkyria.scivittaro@embrapa.br

²Graduanda em Química, IFSul/Campus Visconde da Graça.

³Engenheiro Agrônomo, FAEM/UFPEL.

⁴Engenheira Agrônoma, Dra, Bolsista DTI do CNPq/Embrapa Clima Temperado.

⁵Graduanda em Agronomia, FAEM-UFPEL.

⁶Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Solos-UFPEL.

⁷Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor associado, FAEM/UFPEL.

foram realizadas nos períodos de outono/inverno (15 abril a 28 out. 2013) e safra de primavera/verão (14 nov. 2013 a 26 maio 2014). Previamente, a área experimental foi cultivada com arroz irrigado (safra 2012/2013), o qual foi colhido no dia 10 de abril de 2013. Nessa área estabeleceram-se os tratamentos, envolvendo associações de manejos do solo na entressafra e culturas de verão, quais sejam: T1- solo mantido em pousio no outono-inverno e cultivo de arroz irrigado em sistema convencional de preparo na primavera; T2- preparo do solo com rolo-faca no outono e cultivo de arroz irrigado em sistema de semeadura direta na primavera; e T3- preparo antecipado do solo no outono e cultivo de soja em sistema de semeadura direta na primavera. Esses tratamentos foram dispostos em delineamento em faixas (20 m x 100 m). Em cada faixa, foram distribuídos três sistemas coletores de GEE, que constituíram as repetições dos tratamentos.

As precipitações ocorridas ao longo do período de avaliação foram monitoradas (Figura 1a). As coletas de amostras de ar para análise de N_2O foram realizadas semanalmente, exceção feita para os períodos de adubação nitrogenada do arroz, quando foram realizadas a cada dois dias, por uma semana. Utilizou-se o método da câmara estática fechada, adaptado de Mosier (1989). As câmaras utilizadas foram dispostas sobre as bases sempre entre 9:00 e 12:00 horas. O fechamento hermético dos conjuntos câmaras-bases foi obtido pela colocação de água em canaleta disposta na parte superior das bases onde as câmaras foram apoiadas (GOMES et al., 2009). O ar no interior das câmaras foi homogeneizado durante 30 segundos antes de cada amostragem, utilizando-se ventiladores presentes na parte superior das câmaras, e a temperatura interna, monitorada. As amostras de ar do interior das câmaras foram coletadas com auxílio de seringas de polipropileno (20 mL) nos tempos 0; 5; 10 e 20 minutos após seu fechamento. As amostras foram analisadas por cromatografia gasosa. Os fluxos de N_2O nos períodos de entressafra e de safra foram calculados pela relação linear entre a variação na concentração de N_2O e o tempo de coleta. Determinou-se, ainda, a emissão total de N_2O na entressafra e na safra, pela integração da área sob a curva obtida pela interpolação dos valores diários de emissão de N_2O do solo (GOMES et al., 2009). Os fluxos diários e as emissões totais de N_2O foram analisados de forma descritiva (média \pm desvio padrão).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As emissões de N_2O do solo oscilaram bastante durante o outono/inverno (entressafra). Mas, em geral, apresentaram magnitude reduzida, especialmente na área mantida em pousio, destinada ao preparo convencional na primavera (T1), onde a emissão máxima, de $217 \text{ mg } N_2O \text{ ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$, ocorreu no 14º dia após o início das avaliações. Na área preparada com rolo-faca (T2), foram determinados alguns picos de emissão de N_2O , dois deles superiores a $1000 \text{ mg } N_2O \text{ ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$, aos 105 e 147 dias após o início das avaliações. Esses foram intercalados com picos menores e, inclusive, com fluxos negativos. Já na área sob preparo antecipado (T3), as maiores emissões de N_2O ocorreram no mês de junho, entre o 56º e 70º dia após o início das avaliações (Figura 1b).

Também durante a maior parte do período de safra (primavera/verão), as emissões de óxido nitroso do solo foram de baixa magnitude, determinando-se alternância entre valores baixos de emissão e influxos de N_2O . De maneira geral, em todos os tratamentos, as maiores emissões de N_2O ocorreram no período inicial de desenvolvimento das culturas de verão, especialmente entre o 213º até o 237º dia após o início das avaliações. Nesse período ocorreram os dois maiores picos de emissão de N_2O em ambas as áreas cultivadas com arroz irrigado; esses corresponderam, respectivamente, a $1.903 \text{ mg } N_2O \text{ ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ (237º dia) e $1.164 \text{ mg } N_2O \text{ ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ (213º dia), na área sob preparo convencional de primavera (T1), e a $11.403 \text{ mg } N_2O \text{ ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ (220º dia) e $4.728 \text{ mg } N_2O \text{ ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ (237º dia), na área preparada com rolo-faca no outono (T2) (Figura 1b). Esses picos ocorreram em período subsequente à época de realização da primeira adubação nitrogenada em cobertura para o arroz, que é realizada em solo seco, imediatamente antes ao início da irrigação por inundação do solo. Em lavouras de arroz irrigado, as emissões de N_2O estão associadas à

adubação nitrogenada e à alternância nas condições de oxirredução do solo, que predispõe a ocorrência dos processos de nitrificação/desnitrificação (REDDY & DELAUNE, 2008), que têm o óxido nitroso como produto intermediário.

Por sua vez, na área sob preparo antecipado e cultivada com soja (T3), o pico máximo de emissão de óxido nitroso ocorreu no 247º dia após o início das avaliações, ou seja, 10 dias após ao das áreas cultivadas com arroz irrigado. A magnitude desse pico foi, também, bem maior que nas áreas cultivadas com arroz, atingindo $33.126 \text{ mg N}_2\text{O ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$. Na sequência, as emissões de N_2O na lavoura de soja decresceram rapidamente até o 261º dia após o início das avaliações; a partir desse momento até o final do ciclo da cultura, as emissões apresentaram um padrão aproximadamente uniforme, caracterizado pela oscilação entre valores médios e baixos de emissão, eventualmente intercalados por eventos de influxo, de baixa magnitude. Coincidindo com a fase de floração, ocorreu, ainda, um último pico de emissão de N_2O , de $1.173 \text{ mg N}_2\text{O ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$, aos 328 dias após o início das avaliações (Figura 1b). Atribui-se o maior potencial de emissão de N_2O da área cultivada com soja, relativamente ao arroz irrigado, ao elevado potencial de fixação de N da soja, mesmo em terras baixas, gerando resíduos ricos no nutriente. Ademais, nesse ambiente, em razão da baixa condutividade hidráulica do solo, é comum a alternância nas condições de oxidação/redução do solo, especialmente após eventos de precipitação intensa (Figura 1a), as quais são favoráveis à ocorrência dos processos de nitrificação/desnitrificação.

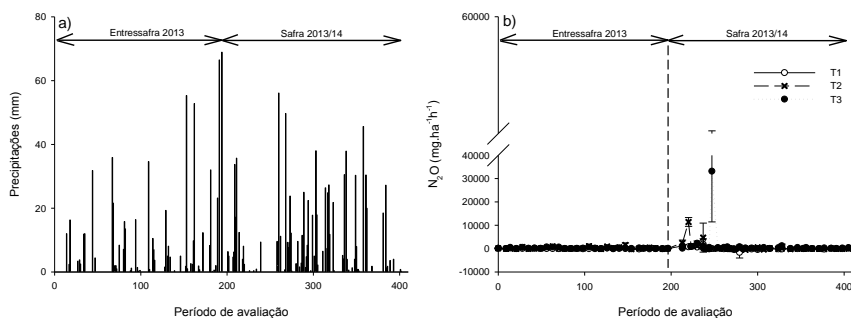


Figura 1. Precipitação pluviométrica (a) e fluxo de N_2O (b) em Planossolo durante os períodos de entressafra e safra, em função do manejo do solo e do cultivo de verão. Barras verticais representam o desvio padrão da média.

Na entressafra, a emissão total de N_2O foi muito baixa, nas áreas preparadas com rolo-faca (T2) ($1,1 \text{ kg ha}^{-1}$) e antecipadamente (T3) ($0,9 \text{ kg ha}^{-1}$), e nula, na área mantida sob pousio, aguardando o preparo na primavera (T1) (Figura 2). As baixas emissões de N_2O no outono-inverno devem estar associadas ao baixo conteúdo de N na palha do arroz. Também durante a safra as áreas cultivadas com arroz irrigado apresentaram baixas emissões totais de N_2O , especialmente na área manejada sob preparo convencional (T1) ($0,1 \text{ kg ha}^{-1}$); na área preparada com rolo-faca, as emissões totalizaram $2,1 \text{ kg ha}^{-1}$, confirmando observações de que o arroz irrigado por inundação contínua apresenta baixo potencial de emissão de óxido nitroso (ZSCHORNACK, 2011). Já na área cultivada com soja, as emissões de N_2O alcançaram $5,7 \text{ kg ha}^{-1}$, o que é um indicativo de que o cultivo dessa oleaginosa em rotação ao arroz irrigado potencializa as emissões de N_2O .

A emissão anual de N_2O foi menor que $0,1 \text{ kg ha}^{-1}$ na área cultivada com arroz sob preparo convencional na primavera (T1), estando restritas ao período de safra. Na área preparada com rolo-faca (T2), o somatório dos períodos de safra e entressafra totalizou $3,2 \text{ kg N}_2\text{O ha}^{-1}$, sendo 66% emitidos durante o cultivo de arroz irrigado. Por sua vez, na área cultivada com soja, preparada antecipadamente no outono (T3), as emissões atingiram $6,6 \text{ kg N}_2\text{O ha}^{-1}$, dos quais 86% foram gerados durante a safra de primavera/verão.

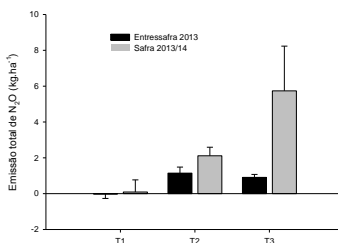


Figura 2. Emissão total de N_2O em Planosolo durante os períodos de entressafra e safra, em função do manejo do solo e do cultivo de verão. Barras verticais representam o desvio padrão da média.

CONCLUSÃO

A manutenção do solo em pousio no período de outono/inverno elimina as emissões de óxido nitroso durante a entressafra, relativamente a manejos que preconizam o preparo antecipado no outono. Mesmo nestes manejos, as emissões de N_2O durante a entressafra são baixas, estando concentradas no período de safra.

O cultivo de soja em rotação ao arroz irrigado potencializa as emissões de N_2O em Planosolo.

AGRADECIMENTOS

À FAPERGS e ao CNPq, pela concessão de bolsas de estudo e auxílio financeiro para a realização do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARTON, L. et al. Nitrous oxide emissions from a cropped soil in a semi-arid climate. **Global Change Biology**, Oxford, v. 14, p. 177-192, 2008. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2007.01474.x
- BAYER, C. et al. Strategies to mitigate methane emissions in lowland rice fields in South Brazil. **Better Crops**, Atlanta, v. 97, n. 1, p. 27-29, 2013.
- GOMES, J. et al. Soil nitrous oxide emissions in long-term cover crops-based rotations under subtropical climate. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 106, p. 36-44, 2009.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. IPCC. **Climate change 2013: the physical science basis**. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: STOCKER, T. F.; D. QIN, G. K.; PLATTNER, M.; TIGNOR, S. K.; ALLEN, J.; BOSCHUNG, A.; NAUELS, Y.; XIA, V.; MIDLEY, P. M. (Ed.). Cambridge, University Press. 1535 p.
- MOSIER, A. R. Chamber and isotope techniques. In: ANDREAE, M. O.; SCHIMEL, D. S. (Ed.). **Exchange of trace gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere: report of the Dahlem Workshop**. Berlin: Wiley, 1989. p. 175-187.
- INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ. IRGA. **Sector de Política Setorial**. Porto Alegre, 2014.
- RAFIQUE, R. et al. Nitrous oxide emission from grazed grassland under different management systems. **Ecosystems**, New York, v. 14, p. 563-582, 2011.
- REDDY, K. R.; DeLAUNE, R. D. **Biogeochemistry of wetlands: science and applications**. New York: CRC, 2008. 780 p.
- SCHLESINGER, W. H. An estimate of the global sink for nitrous oxide in soils. **Global Change Biology**, Oxford, v. 19, p. 2929-2931, 2013.
- ZSCHORNACK, T. **Emissões de metano e de óxido nitroso em sistemas de produção de arroz irrigado no sul do Brasil e potencial de mitigação por práticas de manejo**. 2011. 87 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – UFRGS, Porto Alegre.

EMISSIONES DE METANO E ÓXIDO NITROSO DE PLANOSSOLO CULTIVADO COM ARROZ IRRIGADO E SOJA

Anderson Dias Silveira¹; Marla de Oliveira Farias²; Gessiele Corrêa da Silva³; Giovana Tavares Silva⁴; Walkyria Bueno Scivittaro⁵; Rogério Oliveira de Sousa⁶

Palavras-chave: gases de efeito estufa, terras baixas, *Oryza sativa* L., *Glycine max* L.

INTRODUÇÃO

Pesquisas apontam que a elevação da temperatura da Terra devido ao aquecimento global pode ocasionar perdas na safra de grãos de R\$ 7,4 bilhões em 2020, podendo chegar a R\$ 14 bilhões em 2070, mudando significativamente a geografia da produção agrícola brasileira, caso não sejam adotadas medidas para mitigar os efeitos das mudanças climáticas (ASSAD & PINTO, 2008).

A atividade agrícola responde por cerca de 50% das emissões de gases de efeito estufa (GEE) em escala mundial, porém esse é, também, um setor produtivo que oferece grande número de oportunidades de mitigação das emissões desses gases, principalmente o óxido nitroso (N_2O) e o metano (CH_4) (SMITH et al., 2007).

O Estado do Rio Grande do Sul lidera a produção de arroz no Brasil, com área cultivada superior a um milhão de hectares anualmente (SOSBAI, 2014), gerando emissões importantes de CH_4 , em razão do sistema de irrigação predominante, por inundação contínua. Nesse ambiente, o solo é mantido em condições anaeróbicas durante todo ou a maior parte do período de cultivo, resultando na produção de CH_4 , como produto final da decomposição de materiais orgânicos, pela ação de bactérias metanogênicas (LAI, 2009). Já as emissões de N_2O nesse sistema produtivo, estão relacionadas à dinâmica do nitrogênio (N) no solo, sendo influenciadas, principalmente, pela adição de fertilizantes nitrogenados e alternância nas condições de oxirredução do solo (LIU et al., 2010).

Os diferentes manejos do solo e da palha adotados após a colheita do arroz irrigado podem influenciar as emissões de CH_4 e N_2O no ambiente de terras baixas (SILVA, 2014). Da mesma forma, a inserção de culturas de sequeiro, como a soja, em sistema de rotação com o arroz irrigado, pode ser uma importante medida para mitigar as emissões de gases de efeito estufa, particularmente o metano, pela manutenção do solo drenado.

Realizou-se um trabalho com o objetivo de quantificar as emissões de metano e de óxido nitroso de Planossolo cultivado com arroz irrigado e soja, sob distintos preparos do solo no período de outono/inverno.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em Planossolo Háplico na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão-RS. As avaliações de emissões de GEE foram realizadas de 05 de novembro de 2014 a 04 de maio de 2015, totalizando 180 dias. Os tratamentos avaliados foram três; em dois deles cultivou-se soja e no outro, arroz irrigado por inundação. As precipitações ocorridas ao longo do período de avaliação são apresentadas na Figura 1a.

Os tratamentos compreenderam sistemas de preparo do solo integrados ao cultivo de soja ou arroz irrigado, sendo: T1- soja cultivada em sistema plantio direto em área cultivada

¹Engenheiro Agrônomo; FAEM/UFPEL. Rua Eduardo Olindo Sica, centro, Capão do Leão-RS, cep: 96160-000; andersonsilveira36@gmail.com.

²Dr^a Eng^a. Agr^a; Embrapa Clima Temperado.

³Graduanda em Química; IFSul/Campus Visconde da Graça.

⁴Graduanda em Engenharia Ambiental; UFPel.

⁵Dr^a. Eng^a. Agr^a. Pesquisadora; Embrapa Clima Temperado.

⁶Dr. Eng. Agr. Professor associado; FAEM/UFPEL.

com arroz irrigado na safra 2013/2014 e preparada com rolo-faca no outono de 2014; T2- soja cultivada em sistema plantio direto em área cultivada com soja na safra 2013/2014 e mantida em pousio durante o outono/inverno de 2014; e T3- arroz irrigado cultivado em sistema plantio direto em área cultivada com soja na safra 2013/2014 e preparada com grade no outono de 2014 (cultivo mínimo).

As parcelas relativas a cada tratamento apresentaram dimensões de 10 m x 100 m. Nestas foram dispostos, ao acaso, três sistemas coletores de gases de efeito estufa, do tipo câmara estática fechada (MOSIER, 1989), que constituíram as repetições dos tratamentos.

As amostragens de ar, para análise das concentrações de CH₄ e de N₂O, foram realizadas entre nove e onze horas da manhã. Nessas ocasiões, câmaras de alumínio foram dispostas sobre bases também em alumínio. O fechamento hermético do conjunto câmara-base foi obtido pela colocação de água em canaleta localizada na parte superior da base onde a câmara era apoiada (GOMES et al., 2009). As amostras de ar no interior das câmaras foram feitas manualmente, com auxílio de seringas de polipropileno (20 mL), nos tempos 0, 5, 10 e 20 minutos após seu fechamento. O ar no interior das câmaras foi homogeneizado durante 30 segundos antes de cada amostragem, por meio de ventiladores presentes na parte superior da câmara, e a temperatura interna foi monitorada com auxílio de termômetro digital de haste.

As concentrações de CH₄ e de N₂O nas amostras de ar foram analisadas por cromatografia gasosa, no Laboratório de Biogeoquímica Ambiental da UFRGS. Os fluxos de gases foram calculados pela relação linear entre a variação na concentração dos gases e o tempo de coleta. As emissões totais do período foram calculadas pela integração da área sob as curvas obtidas pela interpolação dos valores diários de emissão de CH₄ e N₂O do solo (GOMES et al., 2009). Com base nas emissões acumuladas de CH₄ e N₂O, calculou-se o potencial de aquecimento global parcial (PAGp), que considera o potencial de aquecimento de cada gás em relação ao CO₂ (25 vezes para o CH₄ e 298 para o N₂O). Os fluxos diários e as emissões totais de CH₄ e N₂O foram analisados de forma descritiva (média ± desvio padrão).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No tratamento em que a soja foi cultivada em área previamente cultivada com arroz irrigado e preparada com rolo-faca no outono (T1), determinaram-se três picos de emissão de N₂O de elevada magnitude, aos 40 (15.717 mg ha⁻¹ h⁻¹), 69 (23.232 mg ha⁻¹ h⁻¹) e 145 (5.288 mg ha⁻¹ h⁻¹) dias após o início das avaliações (Figura 1b), os quais ocorreram em épocas próximas a períodos de chuva (Figura 1a), que causaram a saturação do solo, condição essa que alternada à secagem do solo favorece os processos de nitrificação/desnitrificação, que têm o N₂O como produto intermediário (TOWPRAYOON et al., 2005).

Por sua vez, na área em que a soja foi cultivada sobre a resteva parcialmente decomposta de soja (T2), verificaram-se alguns picos de emissão de N₂O, mas de menor magnitude relativamente aos de T1, sendo o pico de valor máximo correspondente a 12.406 mg ha⁻¹ h⁻¹, determinado 30 dias após o início das avaliações (Figura 1b). Possivelmente, neste tratamento, em razão de a cultura antecedente ser soja, cujos resíduos apresentam menor relação C/N e, portanto, são mais rapidamente mineralizáveis que a resteva de arroz, a liberação de formas minerais de nitrogênio no solo tenha ocorrido durante o outono/inverno, reduzindo o potencial de emissão de N₂O durante a safra de verão.

Já na área cultivada com arroz irrigado (T3), observou-se um pico de emissão de N₂O, aos 29 dias de avaliação (19.510 mg ha⁻¹ h⁻¹) (Figura 1b), coincidindo com a época de realização da primeira cobertura com nitrogênio. Segundo Liu et al. (2010), as emissões de óxido nitroso em cultivo de arroz irrigado estão associadas à aplicação de fertilizantes nitrogenados e à alternância nas condições de oxirredução do solo, resultantes da instabilidade de manutenção da lâmina de água na lavoura. No restante do período de avaliação, as emissões de N₂O foram de baixa magnitude, chegando a apresentar valor

negativo ($-580 \text{ mg ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$), aos 69 dias de avaliação.

Em ambas as áreas cultivadas com soja, independentemente da cultura antecedente e manejo do solo, as emissões de CH_4 foram muito próximas de zero ao longo de todo o período de avaliação (Figura 1c), o que pode ser explicado pela manutenção do solo drenado para a produção dessa oleaginosa, condição essa que inibe a atividade dos micro-organismos metanogênicos. Já na área cultivada com arroz (T3), observaram-se diversos picos de emissão de metano, compatíveis com as condições de solo saturado estabelecidas para o cultivo de arroz irrigado em terras baixas; o pico máximo medido, de $180,2 \text{ g ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ de CH_4 ocorreu aos 122 dias após o início das avaliações, coincidindo com a fase de floração do arroz. De acordo com BAGGS et al. (2003), a produção de CH_4 no solo exige condições estritamente anaeróbicas, pois restringe-se a micro-organismos anaeróbios obrigatórios, que são sensíveis ao oxigênio, favorecendo o processo de metanogênese.

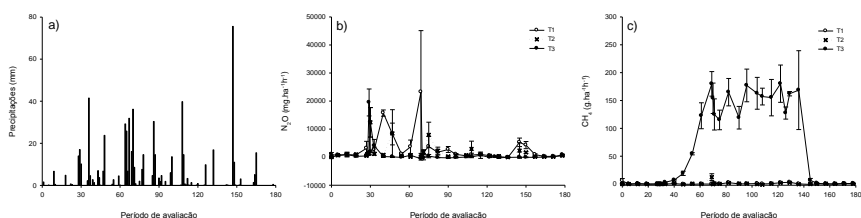


Figura 1. Precipitação pluviométrica (a) e fluxos de N_2O (b) e de CH_4 (c) em Planossolo cultivado com soja e arroz irrigado, sob distintos sistemas de preparo. Barras verticais representam o desvio padrão da média.

Quanto às emissões totais de N_2O (Figura 2a), as áreas cultivadas com soja em sucessão ao arroz irrigado (T1) e soja (T2) apresentaram valores de $12,8 \text{ kg ha}^{-1}$ e $6,2 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente, bastante superiores aos determinados na área cultivada com arroz irrigado (T3), que totalizaram $1,6 \text{ kg ha}^{-1}$ de N_2O . Tais resultados refletem os fluxos medidos ao longo do período de avaliação, que estiveram associados tanto a qualidade da cultura antecedente quanto à época e operações de preparo do solo realizadas no período de outono/inverno.

Com relação às emissões totais de CH_4 (Figura 2b), o tratamento com cultivo de arroz irrigado apresentou emissão acumulada de $319,7 \text{ kg ha}^{-1}$, bastante superiores às medidas em ambas as áreas cultivadas com soja ($2,6$ e $3,4 \text{ kg ha}^{-1}$, quando cultivada em sucessão ao arroz irrigado e soja, respectivamente). As áreas cultivadas com soja, em sucessão ao arroz irrigado e soja apresentaram potencial de aquecimento global parcial (PAGp) de $3.901 \text{ kg CO}_2 \text{ equiv. ha}^{-1}$ e $1.952 \text{ kg CO}_2 \text{ equiv. ha}^{-1}$, respectivamente, tendo o N_2O como principal componente, com contribuições de 98,3% e 95,6 %, respectivamente, em relação ao total. (Figura 2c). Já na área cultivada com arroz, o PAGp totalizou $8.485 \text{ kg CO}_2 \text{ equiv. ha}^{-1}$, constituído preponderantemente por CH_4 , que respondeu por 94,2% do total (Figura 2c). Esses resultados indicam o potencial mitigador de emissões de GEE do cultivo da soja no ambiente terras baixas.

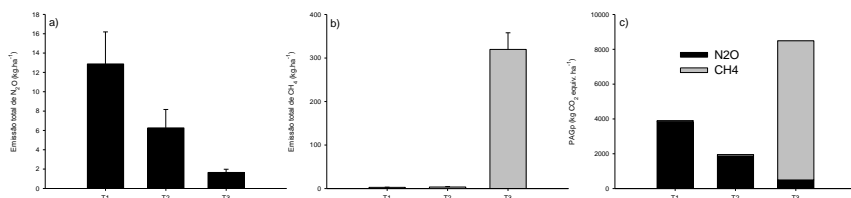


Figura 2. Emissões totais de N₂O (a) e de CH₄ (b) e PAGp (c) em Planossolo cultivado com soja e arroz irrigado, sob distintos sistemas de preparo. Barras verticais representam o desvio padrão da média.

CONCLUSÃO

O cultivo de soja em terras baixas reduz drasticamente as emissões de metano, em relação ao arroz irrigado, embora potencialize as emissões de óxido nitroso. Ainda assim a soja representa uma alternativa promissora para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa em terras baixas.

O óxido nitroso é o principal componente do potencial de aquecimento global da soja, enquanto que o metano predomina no cultivo de arroz irrigado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPERGS, ao CNPq e à EMBRAPA, pela concessão de bolsas de estudo e auxílio financeiro para a realização do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSAD, E. D.; PINTO, H. S. **Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil**. São Paulo: Embrapa, 2008, 7 p.
- BAGGS, E. M. et al. Nitrous oxide emissions following application of residues and fertilizer under zero and conventional tillage. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 254, n. 1, p. 361-370, 2003.
- GOMES, J. et al. Soil nitrous oxide emissions in long-term cover crops-based rotations under subtropical climate. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v. 106, n. 1, p. 36-44, 2009.
- LAI, D.Y.F. Methane dynamics in northern peat lands: a review. **Pedosphere**, Beijing, v. 19, n. 4, p. 409-421, 2009.
- LIU, S. et al. Effects of water regime during rice-growing season on annual direct N₂O emission in a paddy rice-winter wheat rotation system in Southeast China. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 408, n. 1, p. 906-913, 2010.
- MOSIER, A. R. Chamber and isotope techniques. In: ANDRAE, M. O.; SCHIMEL, D.S. (Eds). **Exchange of trace gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere: report of the Dahlem Workshop**. Berlin: Wiley, 1989. p. 175-187.
- SILVA, J. T. **Emissões de metano e óxido nitroso em área de arroz irrigado influenciadas por sistemas de preparo do solo**. 2014. 72 p. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação do Solo e da Água) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- SMITH, P. et al. In: METZ, B. et al. (Eds.) **Contribution of the working group on climate change 2007: mitigation of climate change**. Working Group III contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge. Cambridge University, 2007, p. 497-540.
- SOCIEDADE SUL BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO - SOSBAI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: SOSBAI, 2014.
- TOWPRAYOON, A. S. et al. Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from drained irrigated rice fields. **Chemosphere**, Oxford, v.59, p. 1547-1556, 2005.

EMISSÕES DE METANO EM PLANOSSOLO NOS PERÍODOS DE SAFRA E ENTRESSAFRA: EFEITO DO MANEJO DO SOLO E DO CULTIVO DE VERÃO

Walkyria Bueno Scivittaro¹; Anderson Dias Silveira²; Gessiele da Silva Corrêa³; Marla de Oliveira Farias⁴; Camila Lemos Lacerda⁵; Patrícia Maciejewski⁵; Gerson Lubke Büss⁶; Rogério Oliveira de Sousa⁷; Julio José Centeno da Silva¹

Palavras-chave: gás de efeito estufa, terras baixas, arroz irrigado, soja.

INTRODUÇÃO

O metano (CH₄) é considerado o mais importante entre os gases de efeito estufa (GEE), controlando vários processos e espécies químicas presentes na troposfera e estratosfera (SINGH et al., 1999). A concentração de CH₄ na atmosfera duplicou desde o período pré-industrial, sendo as emissões decorrentes de lavouras de arroz irrigado responsáveis por mais de 25% do total de emissões de origem antropogênica (NEUE & ROGER, 1993).

A quantidade de metano emitida para a atmosfera resulta do balanço de dois processos opostos que ocorrem no solo, produção e consumo (DUTTAUR & VERCHOT, 2007). A produção de CH₄ ocorre apenas em ambientes reduzidos, de forma que a condição de solo inundado, presente em lavouras de arroz irrigado, é favorável à atividade de bactérias metanogênicas, responsáveis por sua produção. Por outro lado, o consumo ou oxidação de CH₄ é procedido por bactérias metanotróficas, nas zonas oxidadas desse agroecossistema (interface água-solo e rizosfera do arroz) (AULAKH et al., 2001).

A produção e emissão de metano também dependem da quantidade de carbono (C) orgânico disponível no solo, cuja principal fonte no ambiente de terras baixas é a palha remanescente do cultivo de arroz e de outras espécies componentes do sistema de produção. Por essa razão, as práticas de manejo do solo e os sistemas de culturas estabelecidos são determinantes do potencial de incorporação de C ao solo e de emissão de CH₄ nesse ambiente no período de safra e, possivelmente, também durante a entressafra. Isto porque no sistema de preparo convencional, a palha remanescente dos cultivos de verão e a cobertura vegetal desenvolvida durante o outono/inverno é incorporada ao solo com pequena antecedência da semeadura do arroz, atuando como uma fonte de C lábil para a produção de CH₄, quando da inundação do solo. Por outro lado, com a antecipação do preparo, a movimentação do solo e a incorporação da palha ocorrem no outono/inverno, possibilitando que grande parte dos resíduos vegetais seja decomposta sob condições aeróbicas, liberando dióxido de carbono (CO₂) e diminuindo o potencial de emissão de CH₄ do solo, uma vez que a inundação durante o próximo cultivo de arroz ocorre, apenas, na primavera.

Realizou-se um trabalho para avaliar a influência das operações de preparo do solo e da cultura de verão nas emissões de metano em Planossolo, durante os períodos de entressafra e safra.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em Planossolo Háplico, na Estação Experimental Terras Baixas

¹Engenheiro(a) Agrônomo(a), Dr.(a), Pesquisador(a) da Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, Pelotas-RS, CEP 96010-971, walkyria.scivittaro@embrapa.br

²Engenheiro Agrônomo, FAEM/UFPEL.

³Graduanda em Química, IFSul/Campus Visconde da Graça.

⁴Engenheira Agrônoma, Dra, Bolsista DTI do CNPq/Embrapa Clima Temperado.

⁵Graduanda em Agronomia, FAEM-UFPEL.

⁶Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Solos-UFPEL.

⁷Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor associado, FAEM/UFPEL.

da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS. As avaliações de emissões de metano foram realizadas nos períodos de outono/inverno (15 abril a 28 out. 2013) e de safra de primavera/verão (14 nov. 2013 a 26 maio 2014), totalizando pouco mais de um ano. Previamente, a área experimental foi cultivada com arroz irrigado (safra 2012/2013), o qual foi colhido no dia 10 de abril de 2013. Nessa área estabeleceram-se os tratamentos, envolvendo associações de manejos do solo na entressafra e culturas de verão, quais sejam: T1- solo mantido em pousio no outono-inverno e cultivo de arroz irrigado em sistema convencional de preparo na primavera; T2- preparo do solo com rolo-faca no outono e cultivo de arroz irrigado em sistema de semeadura direta na primavera; e T3- preparo antecipado do solo no outono e cultivo de soja em sistema de semeadura direta na primavera. Esses tratamentos foram dispostos em delineamento em faixas (20 m x 100 m). Em cada faixa, foram distribuídos três sistemas coletores de GEE, que constituíram as repetições dos tratamentos.

As precipitações ocorridas ao longo de todo o período de avaliação foram monitoradas. As coletas de ar para análise de CH₄ foram realizadas com periodicidade semanal, utilizando-se o método da câmara estática fechada, adaptado de Mosier (1989). As câmaras utilizadas foram dispostas sobre as bases sempre entre 9:00 e 12:00 horas. O fechamento hermético dos conjuntos câmaras-bases foi obtido pela colocação de água em canaleta disposta na parte superior das bases onde as câmaras foram apoiadas (GOMES et al., 2009). O ar no interior das câmaras foi homogeneizado durante 30 segundos antes de cada amostragem, por meio do uso de ventiladores presentes na parte superior das câmaras, e a temperatura interna, monitorada. As amostras de ar do interior das câmaras foram coletadas com auxílio de seringas de polipropileno (20 mL) nos tempos 0; 5; 10 e 20 minutos após seu fechamento. As amostras coletadas foram analisadas por cromatografia gasosa. Os fluxos de CH₄ nos períodos de entressafra e safra foram calculados pela relação linear entre a variação na concentração de CH₄ e o tempo de coleta. Determinou-se, ainda, a emissão total de CH₄ em cada subperíodo (entressafra e safra) e total, pela integração da área sob a curva obtida pela interpolação dos valores diários de emissão de CH₄ do solo (GOMES et al., 2009). Os fluxos diários e as emissões totais de CH₄ foram analisados de forma descritiva (média ± desvio padrão).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de entressafra, a área sob pousio, destinada ao preparo convencional na primavera (T1), e a área preparada com rolo-faca (T2) apresentaram pico máximo de emissão de CH₄ nove dias após o início das avaliações, correspondentes a 192 e 340 g CH₄ ha⁻¹ h⁻¹, respectivamente. Na área sob preparo antecipado (T3), a emissão máxima de CH₄ ocorreu duas semanas após a dos demais sistemas e em magnitude bem menor (14 g CH₄ ha⁻¹ h⁻¹). Para todos os sistemas, emissões significativas de CH₄ ocorreram, apenas, nos primeiros 56 dias de avaliação; após essas foram praticamente nulas, havendo, inclusive, registros de influxo desse GEE. Exceção a esse padrão foi determinada na última época de avaliação (196 dias), onde se registraram picos menores de emissão de CH₄ (Figura 1b), associados a eventos concentrados de precipitação intensa (Figura 1a). Atribui-se grande parte da variabilidade nas emissões de CH₄ observadas entre os sistemas de preparo no período de outono/inverno às condições distintas de umidade do solo por ocasião da colheita do arroz, sendo: solo saturado/barro, na área mantida em pousio (T1), e com presença de lâmina de água, na área preparada com rolo-faca (T2), as quais, pelo maior conteúdo de água, principalmente no período inicial de avaliação, favoreceram a emissão de CH₄, relativamente ao solo seco, estabelecido no manejo com preparo antecipado (T3). Esta última condição foi proporcionada pela supressão antecipada da irrigação do arroz e pelo estabelecimento de sistema de drenagem na área. Também a distribuição e magnitude dos eventos de chuva, que determinaram a ocorrência e duração de períodos de anaerobiose no solo, devem ter contribuído para as emissões de metano, visto que a produção desse GEE está associada à decomposição microbiana de materiais orgânicos,

via fermentação, em ambientes anaeróbicos (CONRAD, 2002).

Durante a safra de verão, o fator determinante da magnitude das emissões de metano foi a espécie cultivada; ambas as áreas cultivadas com arroz apresentaram diversos picos de emissão de elevada magnitude ao longo do período de cultivo, decorrentes da condição de anaerobiose, estabelecida pela irrigação por inundação do solo. Os dois maiores picos de emissão de metano ocorreram no 261º e 268º dia após o início das avaliações, de 357,4 e 322,0 g CH₄ ha⁻¹ h⁻¹, na área sob preparo convencional (T1), e 424,1 e 289,4 g CH₄ ha⁻¹ h⁻¹, na área preparada com rolo-faca (T2), correspondendo ao início da fase reprodutiva do arroz. Imediatamente após, foram observados dois eventos sucessivos de influxo de metano, aos 273 e 279 dias após o início das avaliações, possivelmente associadas à instabilidade temporária na manutenção da lâmina de irrigação para o arroz, condicionando oxidação do solo (Figura 1b). O consumo de CH₄ em lavouras de arroz irrigado é resultado da atividade de bactérias metanotróficas, ocorrendo em zonas oxidadas, com sobreposição dos gradientes de CH₄ e oxigênio (O₂) (AULAKH et al., 2001), ou ainda pela intermitência na inundação do solo, estabelecendo ambiente aeróbico (SINGH et al., 2003). Na área cultivada com soja, as emissões de CH₄ foram muito próximas de zero ao longo de todo o período de avaliação (Figura 1b), em razão da manutenção do solo drenado para sua produção, inibindo a atividade dos micro-organismos metanogênicos.

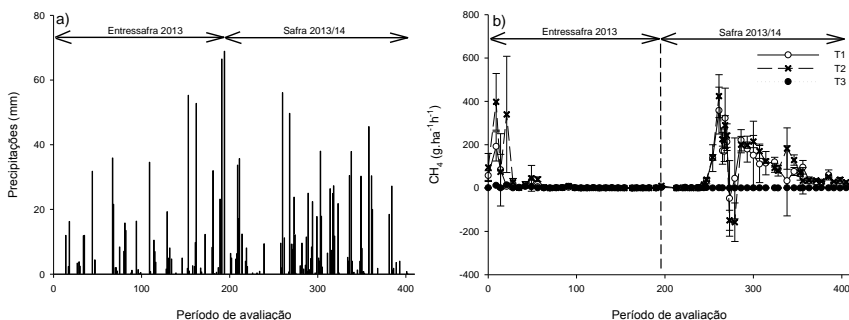


Figura 1. Precipitação pluviométrica (a) e fluxo de CH₄ (b) em Planossolo durante os períodos de entressafra e safra, em função do manejo do solo e do cultivo de verão. Barras verticais representam o desvio padrão da média.

Na entressafra, a emissão total de CH₄ decresceu na seguinte ordem: área preparada com rolo-faca (T2) (170 kg CH₄ ha⁻¹) > área em pousio/preparo convencional (T1) (64 kg CH₄ ha⁻¹) > área sob preparo antecipado (T3) (9 kg CH₄ ha⁻¹) (Figura 2), demonstrando o potencial de redução nas emissões de CH₄ decorrente da adoção do preparo antecipado do solo no ambiente de terras baixas. Apesar das diferenças entre os manejos do solo, as emissões de CH₄ medidas no outono/inverno foram relativamente baixas, considerando-se aquelas observadas durante o período de cultivo do arroz, variando entre 364,5 kg CH₄ ha⁻¹, na área sob preparo convencional (T1), a 394,3 kg CH₄ ha⁻¹, na área preparada com rolo-faca (T2). Por outro lado, na área cultivada com soja, pela manutenção do solo oxidado, praticamente não se determinaram emissões de CH₄ (1,3 kg CH₄ ha⁻¹) (Figura 2). As emissões anuais de metano totalizaram, respectivamente, 429,0 e 563,8 kg CH₄ ha⁻¹, nas áreas sob preparo convencional e preparada com rolo-faca, e na sequência cultivadas com arroz irrigado, sendo que o período de safra respondeu por 85% e 70% desses totais. Por outro lado, na área manejada sob preparo antecipado e cultivada com soja, as emissões somaram, apenas, 10,4 kg CH₄ ha⁻¹, sendo geradas, em grande parte, na entressafra (88%). Tais resultados indicam a importância do preparo antecipado do solo e da rotação de culturas com soja para a mitigação das emissões de metano no ambiente de terras baixas.

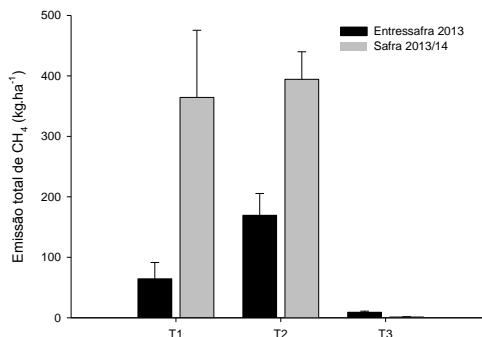


Figura 2. Emissão total de CH₄ em Planossolo durante os períodos de entressafra e safra, em função do manejo do solo e do cultivo de verão. Barras verticais representam o desvio padrão da média.

CONCLUSÃO

O preparo antecipado do solo minimiza as emissões de metano em Planossolo durante a entressafra, relativamente ao preparo convencional de primavera e ao preparo com rolo-faca. Independentemente do manejo do solo, as emissões de metano na entressafra são pequenas relativas àquelas medidas na safra, em cultivo de arroz irrigado.

O cultivo de soja em rotação ao arroz irrigado praticamente elimina as emissões de metano em Planossolo, representando uma alternativa promissora para a mitigação das emissões desse gás de efeito estufa em terras baixas.

AGRADECIMENTOS

À FAPERGS e ao CNPq, pela concessão de bolsas de estudo e auxílio financeiro para a realização do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AULAKH, M. S. et al. Denitrification, N₂O and CO₂ fluxes in rice-wheat cropping system as affected by crop residues, fertilizer N and legume green manure. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 34, p. 375-389, 2001.
- CONRAD, R. Control of microbial methane production in wetland rice fields. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 64, p. 59-69, 2002.
- DUTAU, L.; VERCHOT, L. V. A global inventory of the soil CH₄ sink. **Global Biogeochemical Cycles**, Washington, v.21, GB4013, 2007. DOI : 10.1029/2006GB002734.
- GOMES, J. et al. Soil nitrous oxide emissions in long-term cover crops-based rotations under subtropical climate. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 106, p.36-44, 2009.
- MOSIER, A. R. Chamber and isotope techniques. In: ANDREAE, M. O.; SCHIMEL, D. S. (Ed.). **Exchange of trace gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere**: report of the Dahlem Workshop. Berlin, Wiley, 1989. p. 175-187.
- NEUE, H. U.; ROGER, P. A. Rice agriculture: factors controlling emissions. In: KHALIL, M. A. K. (Ed.). **Atmospheric methane**: sources, sinks, and role in global change. Berlin, Springer-Verlag, 1993. p. 254-298.
- SINGH, S. N. et al. Investigating options for attenuating methane emission from Indian rice fields. **Environmental International**, New York, v. 29, p. 547-553, 2003.
- SINGH, S. et al. Methane flux from irrigated rice fields in relation to crop growth and N-fertilization. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 31, p. 1219-1228, 1999.

INFLUÊNCIA DO INSETICIDA FIPRONIL NA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO DE LAVOURA DE ARROZ

Tauani Pegoraro Schultz¹, Liane Aldrighi Galarz², Ane Gerber Crochemore³, Maria Laura Turino Mattos⁴

Palavras-chave: agrotóxicos, ambiente, organismos aquáticos, parâmetros, recurso hídrico

INTRODUÇÃO

Embora existam esforços coletivos institucionais em torno da quantidade e qualidade da água usada pela lavoura orizícola e lançada aos cursos d'água, há necessidade de estudos contínuos sobre a qualidade ambiental desse agroecossistema, visto a grande quantidade de insumos agrícolas (agrotóxicos, corretivos agrícolas e fertilizantes minerais) empregados nessa atividade. Os agrotóxicos podem contaminar solos e águas e provocar efeitos sobre os organismos da biota aquática e do solo dentro dos sistemas produtivos e no seu entorno. As propriedades físico-químicas das moléculas e dos recursos hídricos e edáficos juntamente com os aspectos climáticos, determinam o comportamento dos agrotóxicos no ambiente. Além disso, parâmetros físico-químicos e biológicos da água constituinte da lâmina de irrigação podem ser alterados pelos agrotóxicos e provocar efeitos sobre organismos aquáticos, principalmente no metabolismo dessas comunidades. Estudo de toxicidade de inseticidas utilizados em lavouras de arroz irrigado sobre microcrustáceo (*Daphnia magna*) e peixe (*Danio rerio*) indicou que os inseticidas carbofurano, lambdacialotrina e fipronil podem impactar os organismos aquáticos presentes na água de irrigação do arroz (NAKAGOME et al., 2005). O inseticida fipronil é usado no controle de *Oryzophagus oryzae*, via tratamento de sementes, sendo o método predominante no Rio Grande do Sul (MARTINS et al., 2010). No sistema aquático, ocorre prontamente a partição do fipronil entre matéria orgânica e sedimentos e consequente adsorção, aumentando o risco para organismos bentônicos que utilizam essas matrizes como fonte de energia e habitat (MAUND et al., 2002). Resíduos de fipronil também já foram detectados na lâmina de água de irrigação, no interior dos arrozais (MATTOS et al., 2008), em mananciais (GRÜTZMACHER et al., 2008) e sistemas de irrigação e drenagem (MACEDO et al., 2009) adjacentes a áreas orizícolas (MARTINS et al., 2010). Neste contexto, esse trabalho objetivou estudar a influência do inseticida fipronil aplicado em tratamento de sementes na qualidade da físico-química da água de irrigação de lavouras de arroz irrigado por inundação.¹

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na safra 2014/2015, na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS. Os tratamentos compreenderam: (T1) testemunha (sem aplicação de herbicidas, inseticidas e fungicidas) e, (T2) aplicação de 120 mL 100 kg⁻¹ sementes de uma formulação comercial contendo 250 g L⁻¹ do ingrediente ativo fipronil. Cada parcela experimental, de 120 m², conteve um sistema independente de irrigação e drenagem, com uma entrada e uma saída da água. Utilizaram-se sementes da cultivar Puitá INTA-CL tratadas com os inseticidas. As parcelas foram adubadas conforme recomendação técnica para a faixa de rendimento > 9,0 t ha⁻¹ (COMISSÃO, 2004). A

¹ Graduanda em Engenharia Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense, Praça Vinte de Setembro, 455, 96015-360, Pelotas, RS, tauanips@hotmail.com

² Quím., Mestre, Assistente, Embrapa Clima Temperado

³ Quím., Doutor, Bolsista, Embrapa Clima Temperado

⁴ Eng. Agr., Doutor., Pesquisador, Embrapa Clima Temperado

irrigação das parcelas ocorreu 30 dias após a semeadura do arroz, estabelecendo-se uma lâmina de água de 0,10 m de altura. Coletaram-se duas amostras compostas de água de cinco pontos da parcela, num volume de 1,0 L cada, 1 dia pós-irrigação (1 DPI), 3, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 e 77 DPI. Durante o período de drenagem, nos intervalos de 30, 60 e 90 minutos, também foram realizadas amostragens de água. Avaliaram-se, em triplicata, os seguintes parâmetros físico-químicos: condutividade elétrica, pH, turbidez e sólidos dissolvidos. Utilizaram-se os métodos analíticos estabelecidos no *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1998). Os resultados foram interpretados conforme os padrões estabelecidos para águas Classe 1 pela resolução Resolução Nº357 do CONAMA, de 17 de março de 2007 (BRASIL, 2005). Nesta classe, o padrão de qualidade de água para a turbidez (TB) é até 100 UNT, para o pH é de 6-9 e para os sólidos dissolvidos totais (SDT) é de 500 mg L⁻¹. Quanto à condutividade elétrica, níveis superiores a 100 uS cm⁻¹ indicam ambientes impactados (CETESB, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em ambos os tratamentos, os valores de pH e SDT mantiveram-se dentro das faixas estabelecidas pela Resolução Nº357 do CONAMA para águas da classe 1. Enquanto que, os valores de TB apresentaram valores elevados (> 100 UNT) após período de alta precipitação pluviométrica (Figura 3), indicando a alta presença de matérias sólidas em suspensão (silte, argila, sílica, colóides), matéria orgânica e inorgânica, organismos microscópicos e algas (OLIVEIRA et al., 2010). Além disso, observam-se valores mais elevados de TB antes e após esse período, particularmente no T1, que pode estar relacionado ao revolvimento intenso do sedimento por organismos aquáticos e presença de algas, visto que essa parcela não recebeu agrotóxicos. De modo contrário, verificaram-se valores de TB 50% menores no T2. Comportamento semelhante da TB na presença do inseticida carbofurano foi verificado por Facio et al., (2012), para águas de lavoura de arroz, evidenciando possíveis efeitos desse inseticida sobre macroinvertebrados bentônicos (BAUMART et al., 2011). A concentração de sais na água dos T1 e T2 não atingiu os limites de restrição para a cultura do arroz (Figuras 1, 2), situando-se abaixo de 2,0 mS cm⁻¹, limite estabelecido para evitar redução na produtividade do arrozal (ARROZ IRRIGADO, 2010), bem como não evidenciou ambientes impactados pois os níveis de CE foram inferiores a 100 uS cm⁻¹ (CETESB, 2015). Tratando-se de valores de qualidade de água para à proteção das comunidades aquáticas, onde pH na faixa de 6,5 a 9,0 é mais adequado para a produção de peixes (ARANA, 1997) e valores inferiores a 6,5 diminuem os processos produtivos (BOYD, 1990, citado por ARANA, 1997), o T2 apresentou pouca variação de pH ao longo do período de 30 DPI; valores ≥ 7,0 foram observados somente aos 36 e 77 DPI, próximo do período de drenagem da parcela. Maul et al. (2008) realizaram testes toxicológicos com larvas do invertebrado bentônico *Chironomus tentans* expostas ao fipronil e seus produtos de degradação fipronil-sulfide e fipronil-sulfone adsorvidos a sedimentos, onde mediram valores de CE variando de 255 a 440 uS cm⁻¹ e 342 a 399 uS cm⁻¹, de pH variando de 6,91 a 7,10 e 6,67 a 6,96, respectivamente; valores de CE superiores aos determinados nesse trabalho. Os resultados de CE mais altos encontrados por esses autores, provavelmente, decorram do uso de água moderadamente dura no experimento, bem como da solução nutritiva que foi adicionada diariamente.

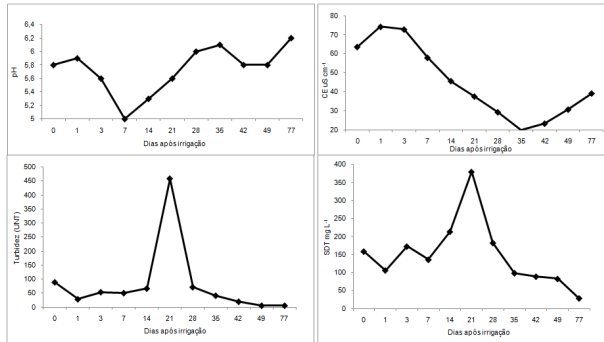


Figura 2. Parâmetros físicos na água (pH, CE, TB, SDT) no tratamento sem fungicida, herbicida e inseticida (T1). Safra 2014/15. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2015.

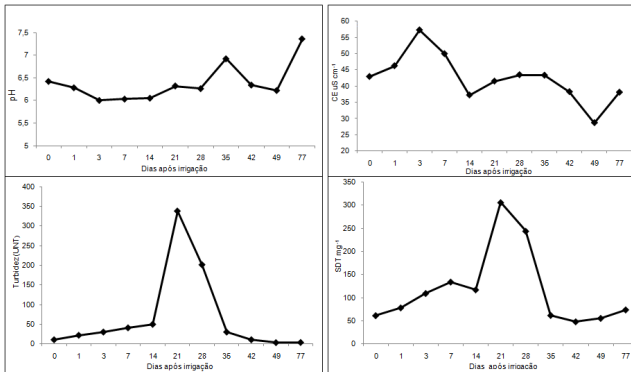


Figura 2. Parâmetros físicos na água (pH, CE, TB, SDT) no tratamento com fipronil (T2). Safra 2014/15. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2015.

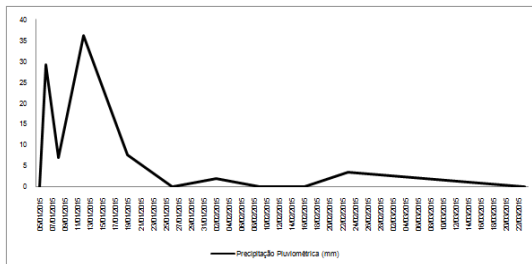


Figura 3. Médias diárias da precipitação pluviométrica, no período de amostragem da água. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2015.

CONCLUSÃO

Os parâmetros pH, turbidez, sólidos dissolvidos totais e condutividade elétrica da água de irrigação de lavoura com inseticida fipronil, aplicado em tratamento de sementes, estão

em conformidade com limites máximos estabelecidos pela legislação brasileira para proteção das comunidades aquáticas.

AGRADECIMENTOS

Aos funcionários do laboratório de Microbiologia Agrícola e Ambiental da Embrapa Clima Temperado, pelo auxílio na coleta e análise das amostras de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 20 th. Washington: APHA, 1998.
- ARANA, L. V. Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões / Luis Vinatea Arana; tradução de Marlene Alano Coelho.— Florianópolis: Ed. da UFSC, 1997. 166p.
- BRASIL. Resolução nº357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Conselho Nacional do Meio Ambiente, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58 – 63.
- ARROZ IRRIGADO: **Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil / 28**. Reunião Técentriccnica da Cultura do Arroz Irrigado, 11 a 13 de agosto de 2010, Bento Gonçalves, RS. — Porto Alegre: SOSBAI, 2010. 188 p., il.
- BAUMART, J.; DALOSTO, M.; SANTOS, S. Effects of carbofuran and metsulfuron-methyl on the bentic macroinvertebrate community in flooded ricefields. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Rio Claro, SP, v. 23, n. 2, p. 138-144, apr/june 2011.
- CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Variáveis da qualidade de água. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variveis.asp>> Acesso em: 02 jun. 2015.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCE-SQFS, 2004. 400 p.
- FACIO M. L. P.; MARTINS, J. F. da S.; MATTOS, M. L. T. Qualidade físico-química da água de irrigação de lavoura de arroz influenciada pelo inseticida carbofurano. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 4., 2012, Pelotas, RS. **Anais...Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado**, 2012. 1 CD-ROM.
- GRÜTZMACHER, D. D.; GRÜTZMACHER, A. D.; AGOSTINETO, D.; LOECK, A. E.; ROMAN, R.; PEIXOTO, S. C.; ZANELLA, R. Monitoramento de agrotóxicos em dois mananciais hídricos no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 12, n. 6, p. 632-637, nov/dez 2008.
- MACEDO, V. R. M.; MARCOLIN, E.; JAEGER, R. L.; FONSECA, E. L.; ZANELLA, R.; SOUZA, C. H. L. de. Resíduos de defensivos agrícolas na água dos sistemas de irrigação e drenagem das lavouras de arroz no perímetro irrigado da barragem do arroio duro, Camaquã, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 6., 2009, Porto Alegre, RS. **Anais...Santa Maria, Porto Alegre, RS: Palotti**, 2009. v. 1, p. 179-182.
- MARTINS, J. F. da S.; ROSA, A. P. S. A. da; MATTOS, M. L. T.; THEISEN, G. **Redução da dose do inseticida fipronil aplicada em sementes de arroz para o controle da bicheira-da-raiz**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2010. 10 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 95).
- MATTOS, M. L. T.; MARTINS, J. F. da S.; NUNES, C. D. M.; MOURA NETO, F. P.; MAGALHÃES, JR., A. M.; PETRINI, J. A.; SANTOS, I. B. dos S. **Monitoramento de agrotóxicos em áreas piloto da produção integrada de arroz irrigado na planície costeira externa e fronteira oeste do Rio Grande do Sul**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2008. 4 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 197).
- MAUL, J. D.; BRENNAN, A. A.; HARWOOD, A. D.; LYDY, M. J. Effect of sediment-associated pyrethroids, fipronil, and metabolites on *Chironomus tentans* growth rate, body mass, condition index, immobilization, and survival. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 27, n. 12, p. 2582-2590, 2008.
- MAUND, S. J.; HAMER, M. J.; LANE, M.; FARRELLY, E.; RABLEY, J. H.; GOGGIN, U. M.; GENTLE, W. E. Partitioning, bioavailability, and toxicity of the pyrethroid insecticide cypermethrin in sediments. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 21, p. 9-15, 2002.
- NAKAGOME, F. K.; RESGALLA, C. Jr.; NOLDIN, J. A.; Toxicidade aguda de herbicidas e inseticidas utilizados em arroz irrigado sobre microcrustáceo (*Daphnia magna*) e peixe (*Danio rerio*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4., REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26., 2005, Santa Maria, RS. **Anais...Santa Maria, RS: Orium**, 2005. v. 2, p. 566-568.
- OLIVEIRA, C. N. de; CAMPOS, V. P.; MEDEIROS, Y. D. P. Avaliação e Identificação de parâmetros importantes para a qualidade de corpos d'água no semi-árido baiano, estudo de caso: bacia hidrográfica do rio Salitre. **Revista Química Nova**, v. 33, n. 5, p. 1059-1066, 2010.

INFLUÊNCIA DOS AGROTÓXICOS NA DISTRIBUIÇÃO DE GRUPOS FUNCIONAIS BACTERIANOS

Cátiusca Reali¹; Graziela Gonçalves Scherr²; Lidia Mariana Fiuza³

Palavras-chave: *Oryza sativa*, lâmina d'água, metabolismo bacteriano.

INTRODUÇÃO

A composição das populações de microrganismos presentes no solo é um dos fatores que podem afetar, também, o destino dos agrotóxicos no ambiente. Algumas bactérias, como as do gênero *Pseudomonas*, podem degradar até 60% de resíduos de agrotóxicos. Portanto, além de importantes promotoras da estabilidade do solo e manutenção de nutrientes, as bactérias podem ser aliadas na descontaminação de ambientes e como consequência, na diminuição do lançamento de resíduos em efluentes.

Bactérias promovem o equilíbrio e sustentabilidade do solo em agroecossistemas, metabólica e fisiologicamente (Wakelin et al., 2008), porém, alguns estudos em ambientes aquáticos têm relatado que comunidades bacterianas são afetadas pela contaminação de agrotóxicos, causando inclusive a diminuição na diversidade de espécies (Barreiros et al., 2011; Pesce et al., 2008). Através da modificação na composição de espécies bacterianas, a estabilidade do solo também pode ser afetada.

A combinação de diferentes estratégias é necessária para que a caracterização da população de microrganismos seja bem representada (Müller et al., 2002). Métodos convencionais são menos eficientes quanto à caracterização da diversidade de microrganismos, porém são importantes aliados na formação de bancos de isolados com potencial de aplicação em controle biológico, biotecnologia e formulados que podem ser utilizados diretamente na agricultura (Bascom-Slack et al., 2009; Vaz-Moreira et al., 2011). Assim como técnicas de PCR e sequenciamento trazem resultados interessantes quanto a identificação de espécies.

Devido à importância econômica dessa cultura e, constante aumento na produtividade e áreas plantadas, estudos sobre a manutenção de recursos naturais são indispensáveis para a sustentabilidade da produção. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de resíduos de agrotóxicos sobre a dinâmica de comunidades de grupos funcionais bacterianos na água.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de água foram coletadas em duas lavouras orizícolas, cultivadas sob o sistema pré-germinado, e açudes utilizados como fonte de irrigação situados no município de Viamão, Brasil. Durante o ano agrícola 2012/13 foram realizadas amostragens em três períodos: após o preparo do solo, na fase vegetativa e na fase reprodutiva da planta. Em cada lavoura foi coletada uma amostra composta da lâmina de água das parcelas orizícolas (até 10 cm) e amostras em duas estratificações dos açudes (até 10 cm e de 50-100 cm), acondicionadas em frascos esterilizados e conservados a 4°C até serem realizadas as análises. No momento da coleta foram feitas as medições da temperatura da água e pH utilizando o equipamento Intelligent Meter (INSTRUTHERM PH-1300). As análises de resíduos de agrotóxicos foram realizadas pelo Laboratório de Análise de Resíduos de Agrotóxicos (LARP), da Universidade Federal de Santa Maria.

¹ Mestre em Biologia, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), 950 - Cristo Rei, São Leopoldo - RS, 93022-000. catiuscar@gmail.com

² Mestranda Graziela Gonçalves Scherr, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

³ Doutora em Agronomia, Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

As amostras foram diluídas em solução salina estéril em 10^{-2} para bactérias actinomicetos e solubilizadoras de fosfato e, 10^{-3} para bactérias heterotróficas e *Pseudomonas*, que foram inoculadas em meio Agar Amido de Caseína, meio NBRIP, meio Agar Plate Count (HIMEDIA) e meio de King B Base (HIMEDIA) respectivamente, em triplicata. As Unidades Formadoras de Colônias (UFC) foram contabilizadas com auxílio de contador de colônias e posteriormente realizadas as provas bioquímicas de catalase, uréase, glicose, amido, caseína, esculina, frutose, lactose, galactose, manitol e sacarose.

Foram aplicados os testes de Análise de Variância para a comparação da abundância entre os grupos, entre grupos e locais e entre grupos e fases da cultura e comparação das médias feita através do Teste de Tukey. Já para a comparação entre os grupos funcionais e os resíduos de agrotóxicos foi aplicada uma Análise de Correspondência Canônica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os grupos funcionais avaliados neste trabalho foram encontrados tanto nas lavours quanto nas fontes de irrigação, porém a abundância se deu de forma diferente entre os locais. O maior número de Unidades Formadoras de Colônias (UFC) foi encontrada nas lavours, essa diferença foi comprovada estatisticamente através da Análise de Variância ($F=9,859$; $gl=1$; $p<0,005$). Demonstrando que esse ambiente heterogêneo é favorável ao crescimento dos grupos avaliados.

A distribuição dos grupos funcionais também foi comparada em relação às fases da cultura, porém estas não influenciaram os grupos heterotróficas ($F=0,264$; $gl=2$; $p=0,771$), *Pseudomonas* ($F=0,392$; $gl=2$; $p=0,682$), Actinomicetos ($F=1,655$; $gl=2$; $p=0,222$) e bactérias Solubilizadoras de Fosfato ($F=0,344$; $gl=2$; $p=0,714$). A abundância, ou seja, a UFC variou entre os grupos funcionais ($F=12,759$; $gl=3$; $p<0,001$), sendo mais abundantes as bactérias heterotróficas e gênero *Pseudomonas* e, em menor número, as bactérias actinomicetos e solubilizadoras de fosfato. Um pequeno número de bactérias do grupo fluorescentes foi encontrado, mas como estavam em abundância muito baixa não foram incluídas nas análises estatísticas.

Em solos tropicais, a maioria das bactérias são Gram-positivas, em torno de 70% (Venkatachalam et al., 2015). Nas amostras de água, a maior abundância encontrada foi de bactérias do gênero *Pseudomonas*, que são Gram-negativas. Dentre as bactérias heterotróficas, que também foram abundantes, não foi feita a coloração pelo método diferencial de Gram para identificar a frequência de Gram-positivas e negativas, mas Van Bodegom et al. (2001) reporta bactérias do gênero *Pseudomonas* como as bactérias heterotróficas mais abundantes em solo de lavoura de arroz. Fatores como adição de fósforo e nitrogênio através de fertilizantes podem provocar um aumento de bactérias heterotróficas em lavours de arroz (Barreiros et al., 2011), dentre elas as do gênero *Pseudomonas*.

O perfil bioquímico dos grupos funcionais demonstrou requisição nutricional diferenciada entre os grupos. Bactérias heterotróficas apresentaram frequência mais baixa de resultados positivos para a prova de uréase (38,2%), enquanto os demais grupos estavam todos acima de 70%. Bactérias solubilizadoras de fosfato tiveram frequência de resultados positivos, mais baixa para as provas de catalase (77,4%), glicose (75,5%), amido (43,4%), caseína (52,8%), esculina (60,3%), frutose (64,1%), galactose (52,8%) e lactose (64,1%). Para a produção de gás na prova de glicose, onde todos os grupos ficaram com resultados abaixo de 14% enquanto bactérias que solubilizam fosfato apresentaram cerca de 40% de resultados positivos. O grupo com maior frequência de resultados positivos foi de bactérias actinomicetos. Elas tiveram maior frequência positiva para catalase (98,9%), amido (68,8%), frutose (95,7%), lactose (91,4%), manitol (76,3%) e sacarose (91,4%).

A soma dos dois primeiros eixos da CCA foi de 74,1%. Apenas propoxur mostrou ter uma correlação média com o eixo 2 (0.389), influenciando bactérias solubilizadoras de fosfato e *Pseudomonas* spp. (Figura 1). Carbendazin teve correlação baixa e negativa com

o eixo 1 (-0.257), assim como temperatura (-0.225). Metsulfuron apresentou correlação baixa e positiva ao eixo 2 (0.170) assim como pH (0.162).

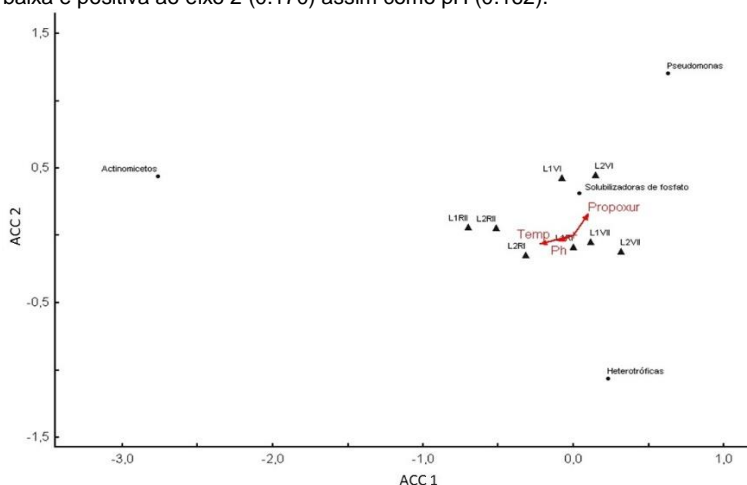


Figura 1. Diagrama de ordenação produzido pela Análise de Correspondência Canônica (ACC). As espécies estão representadas por círculos (+), os locais por triângulos (▲) com abreviação: L1 (lavoura local 1), L2 (lavoura local 2), V (fase fenológica vegetativa), R (fase fenológica reprodutiva). Os resíduos representados pelo símbolo (+) com abreviação Carbenda (carbendazim), Propoxur (propoxur), Metsulfu (metsulfurom metílico), Carbofur (carbofurano), Clomazon (clomazone). Análise realizada através do software PCord 6.

A quantidade aplicada, o tempo de exposição ao produto, assim como o número de repetições também gera uma resposta diferenciada dos microrganismos. Bactérias normalmente tem uma resposta de recuperação rápida à aplicação, até mesmo podem ter uma resposta adaptativa da comunidade quando a frequência da aplicação é alta, tornando-se mais resistentes à toxicidade (Imfeld and Vuilleumier, 2012).

Nesse trabalho, as maiores concentrações de resíduos de agrotóxicos foram encontradas na fase fenológica da planta correspondente à vegetativa. Apenas para o grupo de actinobactérias foi possível perceber que ocorre decréscimo nas atividades de catalase, glucose, esculina, galactose, manitol e sacarose, justamente na fase de maior concentração de químicos. Pois essas atividades aparecem em níveis altos antes da aplicação, baixam no período de maior concentração de químicos e tornam a aumentar na fase reprodutiva. Para os demais grupos esse efeito não fica evidenciado.

Testes mais específicos com actinobactérias podem inferir mais diretamente se o efeito da diminuição na atividade metabólica é decorrente da aplicação de agrotóxicos e, se confirmado, elas poderiam ser utilizadas como bioindicadoras em ambientes agrícolas, já que são mais sensíveis a alterações químicas e biológicas no ambiente, provocadas por agrotóxicos.

CONCLUSÃO

Os resultados gerados pela CCA indicam que os resíduos de agrotóxicos pouco afetaram a abundância dos grupos funcionais avaliados. Somente Propoxur mostrou ter correlação média com bactérias solubilizadoras de fosfato e *Pseudomonas* spp. Porém, a diminuição do

metabolismo de bactérias actinomicetos durante a fase vegetativa. Nesse período, foram encontradas as maiores concentrações de resíduos de agrotóxicos na lâmina d'água das lavouras.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IRGA, Capes, CNPq, FAPERGS e UNISINOS pelo apoio financeiro à pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARREIROS, L., MANAIA, C. M., NUNES, O. C. Bacterial diversity and bioaugmentation in floodwater of a paddy field in the presence of the herbicide molinate. **Biodegradation**, v. 22, p. 445–461. 2011.
- BASCOM-SLACK, C. A., et al. Multiple, novel biologically active endophytic actinomycetes isolated from upper Amazonian rainforests. **Microbial Ecology**, v. 58, p. 374–83. 2009.
- IMFELD, G., VUILLEUMIER, S. Measuring the effects of pesticides on bacterial communities in soil: A critical review. **European Journal of Soil Biology**, v. 49, p. 22–30. 2012.
- MÜLLER, A. K., et al. The diversity and function of soil microbial communities exposed to different disturbances. **Microbial Ecology**, v. 44, p. 49–58. 2002.
- PESCE, S., et al. Longitudinal changes in microbial planktonic communities of a French river in relation to pesticide and nutrient inputs. **Aquatic Toxicology**, v. 86, p. 352–360. 2008.
- VAN BODEGOM, P., et al. Methane Oxidation and the Competition for Oxygen in the Rice Rhizosphere. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 67, p. 3586–3597. 2001.
- VAZ-MOREIRA, I., et al. Culture-dependent and culture-independent diversity surveys target different bacteria: A case study in a freshwater sample. Antonie van Leeuwenhoek, **International Journal of General and Molecular Microbiology**, v. 100, p. 245–257. 2011.
- VENKATACHALAM, S.; GOWDAMAN, V.; PRABAGARAN, S. R. Culturable and Culture-independent Bacterial Diversity and the Prevalence of Cold-Adapted Enzymes from the Himalayan Mountain Ranges of India and Nepal. **Microbial Ecology**, V. 69, p. 472–491. 2015.
- WAKELIN, S. A., et al. Habitat selective factors influencing the structural composition and functional capacity of microbial communities in agricultural soils. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 40, p. 803–813. 2008.

INOCULAÇÃO DE SEMENTES COM *Azospirillum brasilense* E USO DO REGULADOR DE CRESCIMENTO ETIL-TRINEXAPAC EM ARROZ DE TERRAS ALTAS IRRIGADO POR ASPERSÃO.

Arthur Dias Galassi¹; Orivaldo Arf²; Cleiton José Alves³; Nayara Fernanda Siviero Garcia³; Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues²; Laís Meneghini Nogueira³; Luis Massao Sasaki¹;

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., acamamento, bactérias diazotróficas, regulador de crescimento, cv. ANA 5011

INTRODUÇÃO

O uso de inoculação por bactérias diazotróficas, do gênero *Azospirillum*, é uma alternativa sustentável para aumentar a produção do arroz de terras altas, além de ser economicamente viável, pois substitui parcialmente as adubações nitrogenadas em não leguminosas. Essas bactérias encontradas colonizando a rizosfera promovem o crescimento do vegetal e o aumento da produtividade porque além de aumentarem o desenvolvimento radicular (melhorando a absorção de água e nutrientes) também são capazes de realizar a fixação biológica do nitrogênio atmosférico que posteriormente é disponibilizado para a absorção das plantas. Em cerca de 70% dos estudos realizados com *Azospirillum* foram comprovados aumentos de produtividade de até 30% (DIDONET et al., 2003).

Outra técnica que aumenta os níveis de produtividade do arroz é o emprego da irrigação por aspersão (CRUSCIOL, 2007). Esta técnica aliada ao uso de inoculação, e a fatores genéticos podem resultar em maior altura das plantas, e consequentemente, em maior porcentagem de acamamento. Com o acamamento a planta perde sua posição naturalmente vertical, ocasionando redução no rendimento, na qualidade dos grãos e gerando dificuldade na colheita mecanizada.

A aplicação de reguladores de crescimento é uma alternativa viável para diminuir a altura de plantas e consequentemente reduzir a incidência do acamamento. Os reguladores vegetais são compostos sintéticos aplicados sobre as plantas, para obtenção de diversos efeitos, tais como o de promover, retardar ou inibir o crescimento vegetativo, sem diminuição na produtividade (RADEMACHER, 2000; BIASI, 2002). O etil-trinexapac é um regulador com forte ação na inibição da alongação dos entrenós, o que reduz a estatura da planta e evita, dessa forma, o acamamento e perdas na produtividade associadas a esse fenômeno (TAIZ e ZEIGER, 1998).

É importante ressaltar que os agricultores dão preferência a algumas cultivares pelos grãos do tipo agulhinha, os quais têm propensão ao acamamento (NASCIMENTO, 2009). O cultivar ANA 5015, lançado no mercado recentemente, atende as características que agradam o mercado, tem bom potencial produtivo e possui como grande diferencial o ciclo precoce (92 dias). Por outro lado esse cultivar pode apresentar acamamento quando cultivado em solo com boa fertilidade ou adubado adequadamente. Além disso, o *Azospirillum brasilense* pode também proporcionar aumento do desenvolvimento vegetativo das plantas pela produção de substâncias promotoras do desenvolvimento do sistema radicular das plantas.

Assim, o trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação do regulador etil-trinexapac no desenvolvimento do cultivar de arroz de terras altas ANA 5015 cultivado com e sem inoculação de *Azospirillum brasilense* aplicado via foliar por ocasião do perfilhamento das plantas.

¹Graduando do Curso de Agronomia da UNESP – Ilha Solteira, Av. Brasil, 56 (Centro), Ilha Solteira –SP E-mail: galassiartur@gmail.com

²Docente do Curso de Agronomia da UNESP, Campus de Ilha Solteira.

³Pós - Graduando do Curso de Agronomia da UNESP – Ilha Solteira.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de pesquisa foi desenvolvido em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS. O solo do local é do tipo LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico argiloso segundo a EMBRAPA (2013).

A precipitação média anual é de 1.370 mm, a temperatura média anual é de 23,5°C e a umidade relativa do ar entre 70 e 80% (média anual).

O fornecimento de água, quando necessário, foi realizado por um sistema fixo de irrigação convencional por aspersão com precipitação média de 3,3 mm/hora nos aspersores. A precipitação pluvial foi determinada em um pluviômetro Ville de Paris instalado na área experimental.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, disposto em esquema fatorial 5x2. Os tratamentos foram constituídos da combinação de inoculação foliar contendo *Azospirillum brasilense* (presença ou ausência) e das doses de etil-trinexapac (0, 50, 100, 150 e 200 g ha⁻¹ do i.a.) aplicadas por ocasião da diferenciação floral, com 4 repetições.

Realizou-se o preparo de solo da área por meio de grade pesada seguido de gradagem de nivelamento. Antes da semeadura uma nova gradagem foi feita para eliminação das plantas daninhas em fase inicial de desenvolvimento.

A semeadura foi realizada no dia 19 de novembro de 2014, utilizando quantidade de sementes necessária para se obter 180 plantas m⁻² do cultivar ANA 5015. As sementes foram tratadas com fipronil (50 g ha⁻¹ do i. a. por 100 kg de sementes) antes da semeadura, visando o controle de cupins e lagarta elasmô.

A inoculação foi feita via foliar aos 15 DAE, com as estirpes Ab-V₅ e Ab-V₆ de *Azospirillum brasilense* (presença e ausência). O inoculante utilizado apresentava 2x10⁸ células viáveis por grama do produto comercial, utilizando-se a dose de 200 ml ha⁻¹.

A adubação química básica nos sulcos de semeadura foi calculada de acordo com as características químicas do solo foram utilizados 200 kg/ha de 08-28-16. O nitrogênio em cobertura foi aplicado aproximadamente aos 30 dias após a emergência das plântulas utilizando como fonte o sulfato de amônio. Logo após a aplicação realizou-se a irrigação com uma lâmina de água de 8-10 mm. A dose utilizada de 42 kg ha⁻¹ de N, definida em função da faixa de produtividade esperada e da classe de resposta do solo ao nitrogênio, aplicando-se 70% da recomendação. Em princípio, esperou-se que os outros 30% teria sido fornecido pelas bactérias diazotróficas.

As parcelas foram constituídas por cinco linhas de 4,5 m de comprimento espaçadas de 0,35 entre si. As análises foram feitas nas três linhas centrais de cada parcela, desprezando-se 0,50 m em ambas as extremidades de cada linha.

No manejo de água utilizou-se até três coeficientes de cultura (Kc), distribuídos em quatro períodos compreendidos entre a emergência e a colheita. Para a fase vegetativa usou-se o valor de 0,4; para a fase reprodutiva dois coeficientes de cultura (Kc), o inicial de 0,70 e o final de 1,00 e para a fase de maturação estes valores foram invertidos, ou seja, o inicial de 1,00 e o final de 0,70.

Realizou-se o controle de plantas daninhas com a utilização de herbicidas aplicados por pulverizador costal. Como na área de cultivo tem ocorrido com frequência capim colchão (*Digitaria sanguinalis*), capim carrapicho (*Cenchrus echinatus*) e capim marmelada (*Brachiaria plantaginea*) aplicou-se antes da emergência do arroz o herbicida pendimethalin (1400g ha⁻¹ do i.a.). As demais plantas daninhas não controladas pelo herbicida foram controladas manualmente com auxílio de enxada.

Foram realizadas as seguintes avaliações: altura das plantas, número de panículas m⁻², grãos cheios panícula⁻¹, massa de 100 grãos, produtividade e rendimento de grãos inteiros. Os dados foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, ao teste de Tukey a 5% de probabilidade e análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência ocorreu uniformemente aos cinco dias após a semeadura. Não houve problemas de acamamento em todas as parcelas apesar das características da cultivar. Acredita-se que um dos fatores que contribuiu para a ausência de acamamento, principalmente nas parcelas com dose zero de regulador, foi as condições climáticas com ausência de chuvas e presença de ventos fortes.

Na Tabela 1 estão apresentados os valores médios obtidos para altura das plantas, número de panículas m^{-2} , grãos cheios $panícula^{-1}$, massa de 100 grãos, produtividade e rendimento de grãos inteiros. Em nenhuma das análises realizadas houve significância da inoculação de *A. brasilense*, portanto, nota-se pouca variação entre as parcelas inoculadas e não inoculadas.

Tabela 1. Valores médios de altura de plantas, panículas m^{-2} , grãos cheios por panícula, massa de 100 grãos, produtividade de grãos e rendimento de inteiros obtidos em arroz de terras altas irrigado por aspersão envolvendo inoculação por *Azospirillum brasilense* (presença ou ausência) e doses de etil-trinexapac aplicado via foliar. Selvíria (MS), 2014/15.

Tratamentos	Altura de plantas (cm)	Panículas m^{-2}	Grãos cheios/panícula	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade ($kg\ ha^{-1}$)	Rendimento de inteiros (%)
Inoculação com <i>Azospirillum brasilense</i>						
sem	83,8	260	93	2,83	3.146	69
com	85,5	269	91	2,82	3.061	68
Doses de regulador (g de i.a./ha)						
0	111,0 ¹	252 ²	110 ³	2,86	4.712 ⁴	71 ⁵
50	97,7	246	101	2,88	3.819	70
100	77,8	273	94	2,82	2.755	70
150	70,1	299	84	2,79	2.172	66
200	66,5	252	71	2,76	2.060	67
Teste F						
<i>Azospirillum</i>	0,68 ^{ns}	1,21 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,70 ^{ns}
Regulador	77,29 ^{**}	5,42 ^{**}	12,26 ^{**}	1,64 ^{ns}	25,21 ^{**}	2,60 [*]
A x R	0,19 ^{ns}	1,49 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,85 ^{ns}	0,50 ^{ns}
CV	7,24	10,12	13,31	4,03	20,64	5,29

^{ns} – não significativo, * e ** valores significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. ⁽¹⁾ $y = -0,23x + 107,975$ ($R^2=0,94$), ⁽²⁾ $y = 0,1086x + 253,6105$ ($R^2=0,15$), ⁽³⁾ $y = -0,1902 + 111,05$ ($R^2=0,98$), ⁽⁴⁾ $y = -0,0006x + 2,885$ ($R^2=0,85$), ⁽⁵⁾ $y = -13,898x + 4493,3917$ ($R^2=0,93$), ⁽⁶⁾ $y = -0,0228x + 71,02$ ($R^2=0,76$).

Para os dados de altura de plantas verifica-se redução significativa na altura das mesmas com o aumento nas doses de etil trinexapac, aplicadas via foliar por ocasião da diferenciação floral. Os dados se ajustaram às equações lineares decrescentes com a aplicação do regulador, sendo nítida a redução na altura de plantas.

O número de panículas m^{-2} foi extremamente influenciado pela aplicação do regulador de crescimento, sendo que a dose na qual foram encontradas mais panículas foi a de 150 g de ingrediente ativo. Acima desta dose houve diminuição no número de panículas, resultado que também foi evidenciado por Nascimento et al. (2009).

O número de grãos cheios $panícula^{-1}$ foi significativo para doses, sendo que os valores se adequaram a equação decrescente. Supõe-se que o regulador impediu o desenvolvimento pleno da cultivar acarretando posteriormente em um enchimento de grãos deficiente.

Para a massa de 100 grãos não houve efeito significativo para inoculação de *Azospirillum brasilense* e nem para a aplicação do etil-trinexapac.

Para a produtividade de grãos verifica-se que a aplicação do regulador vegetal provocou redução drástica na produtividade de grãos, à medida que as doses foram incrementadas. No que se refere aos valores obtidos para o rendimento de inteiros verifica-se efeito significativo para aplicação do etil-trinexapac, proporcionando diminuição no rendimento de inteiros com a aplicação de doses crescentes do produto. Tais valores corroboraram com os obtidos por ALVAREZ et. al (2014).

CONCLUSÃO

- A aplicação de *Azospirillum brasilense* via foiar por ocasião do perfilhamento das plantas não interferiu nos componentes de produção e na produtividade da cultura;

- A aplicação de etil-trinexapac no cultivar ANA 5015 reduziu a altura de plantas minimizando a possibilidade de acamamento, porém, com forte redução na produtividade de grãos em doses superiores a 50 g ha⁻¹ do i.a.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, R. C. F.; CRUSCIOL, C. A. C.; NASCENTE, A. S. Produtividade de arroz de terras altas em função de reguladores de crescimento. **Revista Ceres**. Viçosa. vol.61, n.1, p. 42-49. 2014.

BIASI, A. L. **Reguladores de crescimento vegetal**. In: WACHOWICZ, C. M.; CARVALHO, R. I, N. (Org.). Fisiologia vegetal produção e pós-colheita. Curitiba: Champagnat, 2002. p.63-94.

CRUSCIOL, C.A.C.; MACHADO, J.R.; ARF, O. & RODRIGUES, R.A.F. Absorção e exportação de nutrientes pelo arroz irrigado por aspersão em função do manejo da água. In: Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, 22, Camboriú, 1997. **Anais**. Camboriú: EPAGRI, p.265-267. 1997.

DIDONET, D. A.; LIMA, O. S.; CANDATEN, M. H.; RODRIGUES, O. Realocação de nitrogênio e de biomassa para os grãos, em trigo submetido a inoculação de *Azospirillum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.401–411, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. rev. Ampl., Brasília, DF, Embrapa, 2013. 353p.

FAO, *Food and Agriculture Organization* of the United Nations– **Demanda mundial por alimentos 2009**. Disponível em: www.fao.org. Acesso em 11 junho de 2015.

NASCIMENTO, V., ARF, O., SILVA, M.G., BINOTTI, F.F.S., RODRIGUES, R.A.F., ALVAREZ, R.C.F. Uso do regulador de crescimento etil-trinexapac em arroz de terras altas. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 4, p. 921-929, 2009.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology And Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 51, p. 501-531, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 2. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 1998. 792p.

LIXIVIAÇÃO DE IMIDAZOLINONAS EM FUNÇÃO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA DO ARROZ

Diogo Balbé Helgueira¹; Thaís D'Ávila Rosal²; Sonia Mendonça Poletto³; Marlon Ouriques Bastiani⁴; Jesus Juarez Oliveira Pinto⁵

Palavras-chave: degradação, acetolactato sintase, *Oryza sativa*.

INTRODUÇÃO

Alguns herbicidas do grupo químico das imidazolinonas são seletivos a culturas importantes como soja e arroz e são de amplo espectro sobre plantas daninhas nessas duas espécies cultivadas. Geralmente esses herbicidas são aplicados em pré e pós-emergência controlando espécies magnoliopsidas e liliopsidas (OTTIS et al., 2003) mas também podem ser utilizados como herbicidas não seletivos em áreas não agrícolas devido a sua elevada persistência no solo (MASTERS et al., 1996).

Esses herbicidas são geralmente absorvidos pelas raízes e folhas das plantas e transportados pelo floema e xilema acumulando-se nos meristemas, onde seu mecanismo de ação ocorre com a redução dos níveis de três aminoácidos alifáticos de cadeia ramificada: valina, leucina e isoleucina, através da inibição da enzima acetolactato sintase (ALS), ou acetohidroxiácido sintase (AHAS), que é uma enzima comum da via sintética destes aminoácidos, (TAN et al., 2006). Os principais efeitos são a diminuição da síntese desses aminoácidos e por consequência desencadeia na redução da síntese de proteínas, de DNA e também ocorre uma diminuição no transporte de fotoassimilados a partir das folhas verdes. Os sintomas da ação desses herbicidas são visíveis ao mostrarem diminuição do crescimento da planta, alongamento e clorose entre as nervuras das folhas. (SHANER; SINGH, 1993; TAN et al., 2006). Entretanto, uma das mais importantes características dos herbicidas pertencentes a esse grupo é longa persistência no solo (VILLA, et al., 2006).

A degradação microbiana e fotolítica são os principais meios de dissipação das moléculas de herbicida do grupo químico das imidazolinonas (MALLIPUDI et al., 1991). Os solos de várzea denominados hidromórficos, são solos com baixa atividade microbiana e essa característica dificulta a dissipação da molécula do herbicida uma vez que nessas áreas de arroz irrigado ocorre uma condição de anaerobiose (MANGELS, 1991). Aliado a isso, existe o fato de ser mantida uma lâmina de água durante boa parte do ciclo, que diminui ainda mais o período em que o solo se apresenta em condições favoráveis para a atividade microbiana. Nesse caso com a diminuição da degradação, o herbicida mostra sua elevada persistência no solo podendo desencadear em efeitos fitotóxicos para culturas subsequentes (BALL et al., 2003).

A lixiviação, drenagem e escoamento superficial são os principais caminhos responsáveis pela movimentação dos herbicidas no solo. Os processos que ocorrem entre solo e herbicidas que determinam as perdas também são variáveis no tempo e no espaço. Por isso, é necessário compreender as características espaciais dos solos, sua hidrologia e os padrões de uso de herbicidas associados (CARTER, 2000).

Nota-se que a degradação de herbicidas da família das imidazolinonas está

¹ Eng. Agr. M.Sc em Fitossanidade, UFPEL, Andrade Neves 2142, sala 603, CEP 96020080, Pelotas-RS. diogobalbe@gmail.com

² Eng. Agr(a). M.Sc. Doutoranda do programa de Tecnologia e Produção de Sementes, UFPEL.

³ Eng. Agr(a). Mestranda do programa de Melhoramento Vegetal, UFPEL.

⁴ Eng. Agro. M.Sc. Doutorando em Fitossanidade, Herbologia, UFPEL.

⁵ Eng. Agro. Dr. Professor associado, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel-UFPEL.

intimamente relacionada às características e condições do solo, porém há carência de trabalhos que avaliem a dissipação desses herbicidas atribuídos a diferentes sistemas de irrigação. Em vista do exposto, o trabalho tem como objetivo avaliar a lixiviação e o residual de imidazolinonas em diferentes sistemas de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação, junto à Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, no ano agrícola 2012/2013 com o objetivo de avaliar a lixiviação dos herbicidas imazethapyr, imazethapyr + imazapic e imazapyr + imazapic. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições, arranjos em esquema fatorial, onde o fator A consistiu em dois sistemas de irrigação (aspersão e inundado) e o Fator B nove tratamentos herbicida T1- sem herbicida, T2- imazethapyr + imazapic ($75 + 25 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$), T3- imazethapyr + imazapic ($150 + 50 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$), T4- imazapic + imazapyr ($73,5 + 24,5 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$), T5- imazapic + imazapyr ($147 + 49 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$), T6- imazethapyr ($106 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$), T7- imazethapyr ($212 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$), T8- aplicação sequencial de imazethapyr + imazapic ($75 + 25 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$), T9- aplicação sequencial de imazapic + imazapyr ($73,5 + 24,5 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$), e o Fator C as diferentes camadas do solo (0-5, 5-10, 10-15, 15-20 e 20-25 cm). O solo foi coletado na área experimental da Embrapa terras baixas, onde foram conduzidos os experimentos em diferentes sistemas de irrigação em arroz irrigado. O tempo de irrigação antes da coleta das amostras foi de 120 dias. Logo após o término da irrigação, foi realizada a coleta do solo para o bioensaio, em camadas de cinco centímetros de profundidade, de forma aleatória dentro das parcelas utilizando-se quatro sub-amostras para cada tratamento e por fim homogeneizada. As amostras de solo homogeneizadas foram acondicionadas em vasos com volume de 750 ml, onde foram semeadas oito sementes de tomate, considerado uma espécie sensível aos herbicidas da família das imidazolinonas. A semeadura do tomate aconteceu 180 dias após a aplicação dos herbicidas. Cada camada de solo possuía quatro repetições, totalizando 360 unidades experimentais. Para a realização do bioensaio, foi efetuado desbaste do excesso de plantas, mantendo-se cinco plantas por vaso.

A variável fitotoxicidade dos herbicidas as plantas de tomate foram avaliadas aos 10 e 20 DAE (dias após a emergência), sendo realizada visualmente, atribuindo-se valores percentuais de 0 a 100 para ausência de sintomas de fitotoxicidade e morte das plantas, respectivamente (GAZZIERO et al., 1995).

Os dados foram analisados quanto à homocedasticidade e à normalidade. Em seguida, foram submetidos à análise da variância ($P \leq 0,05$) e em se constatando significância estatística os tratamentos correspondentes ao residual dos herbicidas, e seus efeitos nas diferentes profundidades (camadas de solo) foram comparados pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$), enquanto que os sistemas de irrigação (inundação e aspersão) comparados pelo teste de t Student ($P \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se interação significativa para a variável fitotoxicidade nas plantas de tomate entre as camadas de solo e entre os sistemas de irrigação, sendo os maiores efeitos da atividade residual dos herbicidas observados no sistema inundado e também mais acentuado na camada de 0 – 15 cm (Tabela 1). Tal resultado indica que mesmo as imidazolinonas apresentando elevado potencial de lixiviação, a tendência é de que estes herbicidas se concentrem nas camadas mais próximas à superfície, o que corrobora com resultados obtidos por Kraemer et al. (2009) e Martini et al. (2011) que obtiveram resultados semelhantes ao trabalharem em solo classificado como Planossolo Hidromórfico Eutrófico arênico.

As avaliações de fitotoxicidade mostraram para o sistema de aspersão, que os maiores

valores ocorrem nas camadas de 5 – 10 até os 25 cm (Tabela 1). A diferença de fitotoxicidade para os sistemas de irrigação deve-se principalmente ao fato de ocorrer uma elevada degradação dos herbicidas na superfície do solo que é favorecida no sistema de irrigação por aspersão, onde o sistema proporciona melhores condições para o desenvolvimento de microorganismos que são a principal fonte de degradação dos herbicidas, sendo que no sistema de irrigação por inundação devido à presença da lâmina d'água, a presença de oxigênio no solo é muito baixa, não permitindo o desenvolvimento desses microorganismos consequentemente as moléculas herbicidas persistem ativas na solução do solo.

Tabela 1. Estimativa da lixiviação de imidazolinonas avaliada através da fitotoxicidade aos 10 e 20 dias após a emergência de plantas de tomate em diferentes camadas de solo semeadas 180 dias após a aplicação dos herbicidas em função de dois sistemas de irrigação. Convênio Embrapa/UFPEL - Capão do Leão, RS, 2013.

Profundidade (cm)	Fitotoxicidade (%)	
	10 DAE ¹	
	Aspersão	Inundado
0 – 5	5,19 b ² B ³	12,55 abA
5 – 10	10,33 abA	12,80 abA
10 – 15	12,77 aA	14,66 aA
15 – 20	12,94 aA	7,33 bcB
20 – 25	10,75 abA	5,47 cB
Média	10,39	10,56
CV %	25,08	31,71
Profundidade (cm)	Fitotoxicidade (%)	
	20 DAE ¹	
	Aspersão	Inundado
0 – 5	6,44 b ² B ³	14,13 aA
5 – 10	8,17 abA	10,76 abA
10 – 15	9,27 abA	10,21 abA
15 – 20	12,33 aA	7,52 bB
20 – 25	11,08 abA	6,64 bB
Média	9,45	9,85
CV %	22,68	24,51

¹ Dias após a emergência das plantas de tomate.

² Médias com letras minúsculas distintas na coluna diferem pelo teste Tukey (p≤0,05)

³ Médias com letras maiúsculas distintas na linha diferem pelo teste “t” de student (p≤0,05).

Verificou-se mais de 50% de diferença na fitotoxicidade entre o sistema de irrigação por aspersão e o inundado na camada superficial do solo (0 – 5 cm), porém nas camadas intermediárias (5 – 10 e 10 – 15 cm) os valores se equivalem. Entretanto, nas camadas de 15 – 20 e 20 – 25 cm, tem-se a redução dos efeitos dos herbicidas para o sistema inundado em ambas as épocas de avaliação conforme os dados acima (Tabela 1). Com isso, pode-se afirmar que de maneira geral ocorre diferença na distribuição residual dos herbicidas da família das imidazolinonas nas camadas do solo em função do sistema de irrigação, que contribuem diferentemente para a degradação do herbicida e consequentemente na sua persistência no solo.

CONCLUSÃO

Houve diferença entre os sistemas de irrigação com os herbicidas apresentando maior efeito sobre as plantas de tomate no sistema inundado nas camadas superficiais do perfil do solo.

Herbicidas do grupo químico das imidazolinonas possuem alto potencial de lixiviação e persistência, cujo os efeitos permanecem por mais de 180 dias após a aplicação.

O sistema de irrigação por aspersão contribui para uma maior degradação das imidazolinonas localizados até os 15 cm de profundidade, cujo efeito residual é detectado com plantas de tomate.

A degradação dos herbicidas imazethapyr, imazethapyr + imazapic e imazapyr + imazapic, nas camadas de 0 – 15 cm é superior na irrigação por aspersão comparativamente a irrigação por inundação na cultura do arroz irrigado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALL, D. A. et al. Effect of imazamox soil persistence on dryland rotational crops. **Weed Technology**, v. 17, n. 1, p. 161 – 165, 2003.
- CARTER, A.D. Herbicide movement in soils: principles, pathways and processes. **Weed Research**, p.113-122, 2000.
- GAZZIERO, D. L. P. et al. Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas. **Plantas Daninhas**, p. 42, 1995.
- KRAEMER, A. F. et al. Lixiviação do imazethapyr em solo de várzea sob dois sistemas de manejo. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1660-1666. 2009.
- MALLIPUDI, N.M. et. al. Photolysis of imazapyr (AC 243997) herbicide in aqueous media. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 39, n. 2, p. 412-417, 1991.
- MANGELS, G. Behavior of the imidazolinones herbicides in the aquatic environment. In: SHANER, D.L.; O'CONNER, S.L. **The Imidazolinone Herbicides**. Boca Raton: CRC Press, p. 183-190, 1991.
- MARTINI, L.F.D. et al. Lixiviação de imazethapyr e imazapic em função do manejo de irrigação do arroz. **Planta Daninha**, v. 29, p. 185 - 183, 2011.
- MASTERS, R.A et al. Imidazolinone herbicides improve restoration of great plains grasslands. **Weed Technology**, v.10, p. 392-403, 1996.
- OTTIS, B. V. et al. Imazethapyr application methods and sequences for imidazolinone-tolerant rice (*Oryza sativa*). **Weed Technology**, v. 17, n. 3, p. 526-533, 2003.
- SHANER, D. L.; SINGH, B. K. Phytotoxicity of acetohydroxyacid synthase inhibitors is not due to accumulation of 2-ketobutyrate and/or 2-aminobutyrate. **Plant Physiology**, v. 103, n. 4, p. 1221-1226, 1993.
- TAN, S. et al. Herbicidal inhibitors of amino acid biosynthesis and herbicide-tolerant crops. **Amino Acids**, v. 30, n. 2, p. 195-204, 2006.
- VILLA, S. C. C. et al. Arroz tolerante a imidazolinonas: controle do arroz vermelho, fluxo gênico e efeito residual do herbicida em culturas sucessoras não-tolerantes. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 761-768, 2006.

MINERAL AND BIOCHEMICAL RESPONSE TO ARSENIC-INDUCED STRESS IN INDICA RICE CULTIVARS

Anderson C. R. Marques¹; Júlia G. Farias²; Raissa Schwalbert³; Bianca K. del Frari³; Katieli Bernardy⁴; Fernando T. Nicoloso⁵

Keywords: heavy metal, lowland rice, *Oryza sativa*.

INTRODUCTION

Environmental stress is a driving force in evolution. In this view, arsenic (As) exposure over billions years has led organisms to different adaptive processes (Oremland et al., 2009). Plants have developed sophisticated mechanisms to perceive different environmental stresses and activate specific tolerance mechanisms. However, anthropogenic activities have released large amounts of As into the environment during a short time, which has resulted in food chain contamination and plant phytointoxication (Tripathi et al., 2007).

To mitigate As stress, plants may modulate pathways to maintain a minimal cellular concentration of free metalloid ions via thiol-mediated complexation. In particular, S-rich metal-binding peptides, such as glutathione (GSH) and phytochelatins (PCs), are synthesized in response to As stress and provide tolerance to plants via the effective complexation of As (Gupta et al., 2013).

Plant responses to As toxic levels and the As accumulation profile vary among plant species as well as among genotypes of the same species. Most studies on factors contributing to As accumulation and tolerance in plants have focused on soil conditions, especially pH (Carbonell-Barrachina et al., 1999) and mineral elements, such as nitrogen, phosphorus (Signes-Pastor et al., 2007), silicon (Guo et al., 2005), and sulfur (Hu et al., 2007). The contribution of the adaptive responses of plant root system to mitigate the stress imposed by excess As has no received limited attention. Plant roots are able to respond to the heterogeneous soil environment by improving root growth in more favorable zones, and they may do this to avoid patches of toxic elements.

Another important fact to be considered is the adaptive capacity of each genotype, including mineral nutrition and As translocation and remobilization. In this context, the present work aimed to characterize the distribution of As and S through translocation and remobilization and the morpho-physiological plasticity of the root system of indica rice (*Oryza sativa* L.) cultivars grown with their roots under two different system, i.e., with or without split root, under increasing As levels.

MATERIAL AND METHODS

Rice seedlings of the *indica* variety were obtained from IRGA (Instituto Rio Grandense do Arroz), RS, Brazil. The seeds of five rice cultivars used in Southern Brazil, BR/IRGA 409, BR/IRGA 410, IRGA 420, IRGA 423 and IRGA 424, were used in this study. The seeds were soaked in distilled water at 25 °C in the dark for 24 hours. The pre-germinated seeds were transferred to plastic pots lined with filter paper placed in partially enclosed growth chambers; these pots were then irrigated with distilled water for five days. After five days in distilled water, the seminal roots of half of the seedlings were removed, and the seedlings were transferred to plastic pots containing 180 ml of one-half strength Kimura B nutrient solution (Ma et al., 2001). The pH was adjusted to 5.5, and the solution was renewed every two days in a controlled environment. After seven days of acclimation, seedlings were submitted to three As levels (0, 20 and 50 µM) in the nutrient solution. After ten days, 5 plants per replicate (each treatment consisted of 15 replicates) were randomly harvested and separated into shoots and roots.

Hydroponic experiment with a split-root system

To evaluate the effect of local and systemic As levels on the seedlings, a third experiment with split roots was carried out. After 5 days in distilled water, the seminal roots of all of the rice seedlings were removed, and uniform plants were selected and transferred to a split-root system, in which the two halves of the root system, each in a pot of 180 ml, were exposed to one-half strength Kimura B nutrient solution. After approximately 2 weeks of acclimation, these seedlings with split roots were cultivated for 10 d with seven treatments of varying concentrations and locations of As as follows: treatment 0*0 [0/0 µM As, with both root halves without As exposure]; 0*20 [0/20 µM As, with half of the root system being exposed to 0 µM As and the other half being exposed to 20 µM As]; 0*50 [0/50 µM As, with half of the root system being exposed to 0 µM As and the other half of the root system being exposed to 50 µM As]; 10*10 [10/10 µM, with both halves being exposed to the same concentration of 10 µM As]; and 25*25 [25/25 µM, with both halves being exposed to the same concentration of 25 µM As].

Tissue As and S concentration

The roots and shoot of seedlings were oven-dried at 65 °C to a constant mass for the determination of biomass as well as total arsenic As and sulfur (S) concentrations. The dried plant tissues (0.01–0.1 g) were ground and digested with 4 ml of concentrated HNO₃. Sample decomposition was performed using a heating block Velp Scientifica (Milano, Italy) at 130 °C for 2 h. Plastic caps were fitted to the vessels to prevent losses by volatilization. The S and As contents were determined by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES) using a PerkinElmer Optima 4300 DV (SHELTON, USA) equipped with a cyclonic spray chamber and a concentric nebulizer.

Non-protein thiol groups (NPSH) concentration

Frozen root and leaf samples were homogenized in a solution containing 50 mM Tris-HCl and 10% Triton X-100 (pH 7.5) and centrifuged at 6,800 x g for 10 min. To the supernatant, 10% TCA was added in a 1:1 (v/v) proportion followed by centrifugation (6,800 x g for 10 min) to remove the proteins. The supernatant was used to determine the NPSH concentration.

¹ Doutorando em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, acrmарques@hotmail.com.br

² Doutoranda em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.

³ Aluna de graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.

⁴ Mestra em Agrobiologia, Universidade Federal de Santa Maria.

⁵ Dr. Professor de Fisiologia e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Santa Maria.

An aliquot of the extract sample (400 μ l) was added in a medium containing 550 μ l 1 M Tris–HCl (pH 7.4). The reaction was read at 412 nm after the addition of 10 mM 5,5'-dithiobis-(2-nitrobenzoic acid) (DTNB) (5 μ l). A standard curve using cysteine was used to calculate the thiol group content of the samples.

RESULTS AND DISCUSSION

Once As was taken up and translocated into the shoots, an adaptive strategy against As toxicity is the remobilization of As. It was shown that rice plants showed large amounts of As in the phloem (Carey et al., 2011). In terms of As remobilization, both cultivars BR/IRGA 409 and IRGA 423 were distinctive (Table 1). In the 0/20 μ M As treatment, BR/IRGA 409 exhibited major remobilization in the root tissue and lower translocation in shoot when compared to the other cultivars (Table 2).

Notably, the IRGA 423 cultivar showed the highest remobilization in the root system for the 0/50 μ M As treatment and greater translocation in shoot for the 0/20 μ M As treatment (Table 1 and 2). This cultivar was the only one where the tissue As concentration at 0/20 μ M As treatment did not differ of that at 10/10 μ M As treatment (Table 1 and 2).

Table 1: Arsenic concentration and sulfur concentration in root and shoot for five indica rice cultivars exposed to As concentration in a split system roots exposed to treatments: 0*0 [0/0 μ M As]; 0*20 [0/20 μ M As]; 0*50 [0/50 μ M As]; 10*10 [10/10 μ M As] and 25*25 [25/25 μ M As].

Cultivar	Treatment	As concentration	Arsenic concentration		Sulfur concentration	
		for the evaluated roots	root	shoot	root	shoot
BR/IRGA 409	0*0	0 μ M	<3,1	<3,1	3.541,0BCb	3.609,0 Bb
	0*20	0 μ M	20,0Ce	3,5 Cd	2.315,0Cd	3.026,0 Cd
	0*20	20 μ M	397,0Aa		3.564,0Cb	
	10*10	10 μ M	310,0Ab	11,3Cc	4.450,0Ba	6.168,0 Aa
	0*50	0 μ M	68,6Ad		2.527,0Ad	
	0*50	50 μ M	226,0Cc	20,7 Cb	3.050,0Cc	3.463,0 Ac
BR/IRGA 410	25*25	25 μ M	407,0Ba	43,8Ba	4.132,0Aa	3.729,0 Bb
	0*0	0 μ M	<3,1	<3,1	3.371,0Cb	4.066,0 Ab
	0*20	0 μ M	30,1Bc		2.337,0Cc	
	0*20	20 μ M	286,0Cb	6,9 Bc	3.644,0Cab	3.301,0 Bd
	10*10	10 μ M	326,0Aa	15,1 Bb	3.836,0 Ca	4.475,0 0Ca
	0*50	0 μ M	35,4Cc		2.357,0Cc	
IRGA 420	0*50	50 μ M	312,0Bab	50,7 Aa	3.633,0Aa	3.699,0 Ac
	25*25	25 μ M	343,0Ca	49,3 Ba	3.484,0Bb	3.589,0 Cc
	0*0	0 μ M	<3,1	<3,1	3.786,0Bb	2.584,0 Cd
	0*20	0 μ M	28,9Bd		2.545,0Bd	
	0*20	20 μ M	254,0Cb	5,5 Bd	3.636,0Cb	2.927,0 Cc
	10*10	10 μ M	295,0Ab	26,9 Ab	3.953,0Cab	4.892,0 Ba
IRGA 423	0*50	0 μ M	44,3Bc		2.434,0Bd	
	0*50	50 μ M	245,0Cb	12,5 Cc	3.039,0Cc	2.901,0 Cc
	25*25	25 μ M	351,0Ca	60,9 Aa	4.089,0Aa	3.897,0 Ab
	0*0	0 μ M	<3,1	<3,1	4.025,0Aa	4.189,0 Aa
	0*20	0 μ M	68,8Ad		2.627,0Ad	
	0*20	20 μ M	356,0Bb	12,1 Ac	4.141,0Aa	3.344,0 Bc
IRGA 424	10*10	10 μ M	294,0Ac	11,2 Cc	3.855,0Cb	4.013,0 Da
	0*50	0 μ M	47,5Bd		2.517,0Ad	
	0*50	50 μ M	369,0Ab	40,9 Ba	3.431,0Bc	3.343,0 Bc
	25*25	25 μ M	439,0Aa	19,9 Cb	4.041,0Aa	3.502,0 Cb
	0*0	0 μ M	<3,1	<3,1	2.932,0Dd	3.665,0 Bc
	0*20	0 μ M	35,3Abd		2.427,0Be	
IRGA 424	0*20	20 μ M	324,3Bb	11,9 Ad	3.846,0Bb	3.929,0 Ab
	10*10	10 μ M	255,1Bc	30,0 Ab	6.436,0Aa	4.243,0 Ca
	0*50	0 μ M	43,4Bd		2.646,0Ae	
	0*50	50 μ M	320,1Bb	18,8Cc	3.463,0Bc	3.484,0 Acd
	25*25	25 μ M	401,9Ba	41,0 Ba	3.642,0Bc	3.348,0 Dd

Different capital letters indicate significant difference among rice cultivars; different lower case letters indicate significant difference among arsenic level ($P < 0,05$).

In higher plants, the nodulin 26-like intrinsic proteins (NIPs) are the structural and functional equivalents of the microbial and mammalian aquaglyceroporins (Wallace et al. 2006) used for absorption of As. NIPs are a subfamily of the plant major intrinsic proteins (MIPs), collectively known as aquaporins or water channels (Maruel et al. 2008). In most plant species, arsenite dominates in the xylem sap, suggesting that arsenite is the main form loaded into the xylem (Zhao et al. 2009). This pattern applies even when arsenate is supplied to plant roots and is consistent with the fact that roots have a high capacity for arsenate reduction (Zhao et al. 2010).

Little is known about the transport of As in the phloem, such as the form in which As is transported and the transporters that are involved in phloem loading and unloading. In a recent study using rice panicles that were excised below the flag leaf node, Carey et al. (2010) found that dimethylarsinic acid (DMA) was transported to the immature grain approximately 30 times more efficiently than arsenite. Carey et al. (2011) reported that arsenite is delivered to the rice grain mainly through the phloem, whereas both the phloem and xylem pathways make an equal contribution to the transport of DMA to the grain.

Table 2: Arsenic concentration and sulfur concentration in root and shoot for five indica rice cultivars exposed to three As concentration.

Cultivar	As concentration μM	Arsenic concentration $\mu\text{g g}^{-1}$		Sulfur concentration $\mu\text{g g}^{-1}$	
		root	shoot	root	shoot
BR/IRGA 409	0	<8,00	<8,00	1.495,0 Ab	2.778,5 Ba
	20	384,3 Ab	55,0 Bb	2.032,5 ABa	2.269,0 Cb
	50	415,9 Bc	67,2 Bbc	2.188,7 ABa	1.839,1 Bc
BR/IRGA 410	0	<8,00	<8,00	1.216,7 Bb	3.409,6 Aa
	20	382,2 Ab	72,0 Ab	2.254,1 Aa	2.587,3 Cb
	50	483,0 Bc	80,1 Ab	2.142,4 ABa	2.009,6 Bc
IRGA 420	0	<8,00	<8,00	1.411,2 Ab	2.888,3 Bab
	20	480,5 Ab	55,7 Bb	2.240,6 Aa	3.213,1 Aa
	50	493,0 ABc	82,4 Bc	2.316,7 ABc	2.460,7 Ab
IRGA 423	0	<8,00	<8,00	1.348,3 ABb	2.964,2 Ba
	20	355,2 Ab	53,0 Aab	2.152,3 Aa	3.216,9 Aa
	50	506,2 Ac	72,5 Ab	2.293,4 Aa	1.966,7 Bb
IRGA 424	0	<8,00	<8,00	1.172,6 Bc	3.044,8 ABa
	20	673,3 Ab	62,2 Ab	1.759,1 Bb	2.918,9 Ba
	50	680,5 Abc	70,5 Abc	2.076,1 Ba	1.998,2 Bb

Different capital letters indicate significant difference among rice cultivars; different lower case letters indicate significant difference among arsenic level ($P < 0,05$).

In seedlings grown with the split root system IRGA 424 showed an increase in the S concentration in both root halves directly exposed to As compared to the control, as well as plants without Split roots exposed to As (Tables 1 and 2). This cultivar showed reduced concentrations of S in the root system halves not directly exposed to As (0/20 and 0/50), which reinforces the idea that S content is higher in tissues with greater requirements. In plants, the assimilation of S provides amino acids and proteins that are important for the nutritional value of food, and crop feed yields specialized sulfur-containing metabolites, such as glucosinolates and allylsulfur compounds, for protection from herbivory and microbial infection; the synthesis of specialized peptides (i.e., glutathione and phytochelatins) which provides protection against various oxidative stresses (Gupta et al., 2013).

The multi-faceted role of S in plant metabolism requires an integrated network of pathways involving both primary and specialized metabolisms, as the amino acid cysteine is required for the synthesis of proteins but is also a critical component for multiple peptides found in plants (Ravilious & Jez, 2012). Although many papers have described the importance of non-protein thiol groups (NPSH) for plants, few studies have reported differences in the genotypic concentrations of these compounds. In the present study, we observed two distinct situations in response to the toxicity of As in terms of NPSH: the first is the difference observed between shoots and roots, and the other is a large discrepancy between the cultivars in relation to the root system (Figure 1).

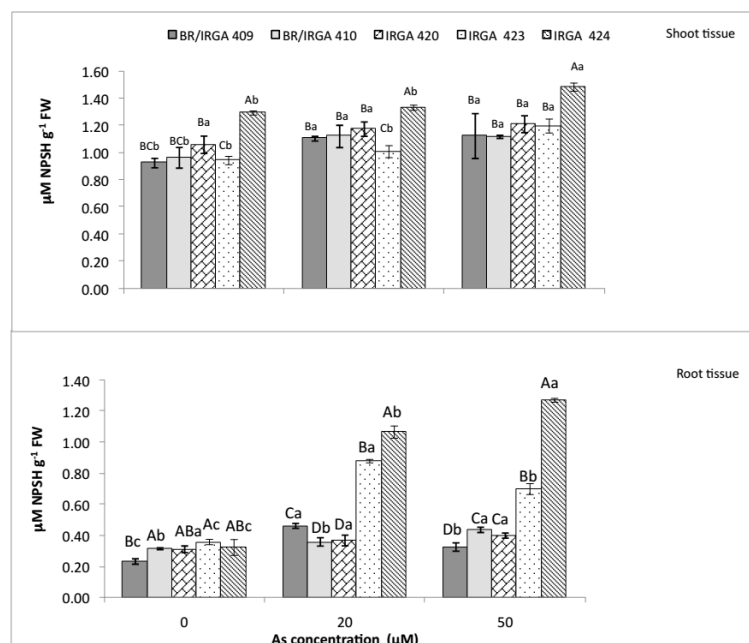


Figure 1: Concentration of non-protein thiol groups (NPSH) in root and shoot of five rice cultivars exposed to three As concentration.

Different capital letters indicate significant difference among rice cultivars, different lower case letters indicate significant difference among arsenic level ($P < 0,05$).

The alterations in tissue NPSH concentration were much more pronounced in the roots than in shoots of seedlings upon addition of As in nutrient solution. In tissues of both shoot and root, IRGA 424 showed a higher increase in the NPSH concentration compared to the other cultivars. Interestingly, under control conditions without the addition of As, the concentration of NPSH was similar among the cultivars, with the exception of the IRGA 424, in which the NPSH concentration in the shoot was higher compared to the other cultivars, and BR/IRGA 409 cultivar,

which showed the lowest root NPSH concentration.

Phytochelatins (PCs) are thiol (SH)-rich peptides and are induced by a range of heavy metals, including Cd, As, Cu, and Zn (Grill et al., 1985). In this view, non-protein thiols (NPSH) could indicate the PC levels (Metwally et al. 2005). Gupta et al. (2013) has studied the effects of various metals/metalloids and found that only As induces both PCs and GSH in *Pfaffia glomerata*, with the GSH occurring in both the roots and shoots and the PCS occurring only in the roots; whereas mercury (Hg) and lead (Pb) only induced GSH in the tissues. These results show the importance of S and NPSH to As detoxification and that the roots are the main organ involved in this process.

CONCLUSION

A common response to As increase was an increase root S concentration and a decrease in shoot S concentration. However, distinct patterns were also found, such as contrasting production of NPSH. The genotype BR/IRGA 409 showed lower NPSH concentration upon As exposure, whereas IRGA 423 and 424 showed the highest. The genotype IRGA 423 showed the highest remobilization capacity and BR/IRGA 409 showed the lowest under 0/20 μM As treatment. However at 0/50 μM As treatment an opposite response was noticed. This work suggests that cultivars IRGA 423 and 424 have higher As tolerance.

REFERENCES

- CAREY, A. M. et al. Grain unloading of arsenic species in rice. **Plant Physiology**, v.152, p. 309-319, 2010.
- CAREY, A. M. et al. Phloem transport of arsenic species from flag leaf to grain during grain filling. **New Phytologist**, v.192, p.87-98, 2011.
- GRILL, E. et al. Phytochelatins: the principal heavy metal complexing peptides of higher plants. **Science** v. 230, p. 674-676, 1985.
- GUPTA, D. K. et al. Effect of Hg, As and Pb on biomass production, photosynthetic rate, nutrients uptake and phytochelatin induction in *Pfaffia glomerata*. **Ecotoxicology**, v. 22, p. 1403-1412, 2013.
- METWALLY, A. et al. Genotypic variation of the response to cadmium toxicity in *Pisum sativum* L. **Journal of Experimental Botany**, v. 56, p. 167-178, 2005.
- RAVILIOUS, G. E.; JEZ, J. M. Structural biology of plant sulfur metabolism: from assimilation to biosynthesis. **Natural Product Reports**, v. 29, p. 1138-1152, 2012.
- SCANDALIOS, J. G. **Oxidative stress and the molecular biology of antioxidant defenses**, 1ed. Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York, 1997.
- WALLACE, I. S. et al. The structure, function and regulation of thenodulin 26-like intrinsic protein family of plant aquaglyceroporins. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1758, p. 1165-1175, 2006.
- ZHAO, F. J. et al. Arsenic uptake and metabolism in plants. **New Phytologist**, v. 181, p. 777-794, 2009.
- ZHAO, F. J. et al Arsenic as a food chain contaminant: mechanisms of plant uptake and metabolism and mitigation strategies. **Annual Review of Plant Biology**, v. 61, p. 535-559, 2010.
- CARBONELL-BARRACHINA, A. A. et al. Arsenic toxicity and accumulation in turnip as affected by arsenic chemical speciation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.47, p. 2288-2294, 1999.
- GUO, W. et al. Effect of silicate on the growth and arsenate uptake by rice (*Oryza sativa* L.) seedlings in solution culture. **Plant and Soil**, v.272, p.173-181, 2005.
- HU, Z. Y. et al. Sulfur (S)-induced enhancement of iron plaque formation in the rhizosphere reduces arsenic accumulation in rice (*Oryza sativa* L.) seedlings. **Environmental Pollution**, v. 147, p. 387-393, 2007.
- MA, J. F. et al. Role of root hairs and lateral roots in silicon uptake by rice. **Plant Physiology**, v. 127, p. 1773-1780, 2001.
- MAUREL, C. Plant aquaporins: membrane channels with multiple integrated functions. **Annual Review Plant Biology**, v. 59, p. 595-624, 2008.
- OREMLAND, R. S. et al. Arsenic in the evolution of earth and extraterrestrial ecosystems. **Geomicrobiology Journal**, v. 26, p. 522-536, 2009.
- RAVILIOUS, G. E.; JEZ, J. M. Structural biology of plant sulfur metabolism: from assimilation to biosynthesis. **Natural Product Reports**, v. 29, p. 1138-1152, 2012.
- SIGNES-PASTOR, A. et al. Arsenic biogeochemistry as affected by phosphorus fertilizer addition, redox potential and pH in a west Bengal (India) soil. **Geoderma**, v. 137, p. 504-510, 2007.
- TRIPATHI, R. D. et al. Arsenic hazards: strategies for tolerance and remediation by plants. **Trends in Biotechnology**, v. 25, p. 158-165, 2007.

PARÂMETROS BIOLÓGICOS DE UM NEOSSOLO REGOLÍTICO SUBMETIDO À INCORPORAÇÃO DE DIFERENTES DOSAGENS DE CINZA DE CASCA DE ARROZ¹

Maria de Fátima Marchezan Menezes da Silva²; Danilo Dufech Castilhos³; Thais Antolini Veçosi²; Luis Carlos Timm³; Roberlaine Ribeiro Jorge⁴; Ledemar Carlos Vahl³

Palavras-chave: biomassa microbiana, respiração basal, coeficiente metabólico.

INTRODUÇÃO

As cascas de arroz resultantes do processo de beneficiamento desse grão têm sido utilizadas por muitas agroindústrias como biomassa para gerar energia e proceder à secagem dos grãos, o que gera anualmente milhares de toneladas de um resíduo preto muito fino chamado cinza de casca de arroz (CCA). A CCA é descartada no ambiente ou depositada em pastagens e lavouras com a justificativa empírica de produtores e, muitas vezes de técnicos, de que seria boa para o solo. No entanto, não existem avaliações científicas dos impactos dessa adição ou incorporação nos parâmetros de qualidade do solo (físicos, químicos e biológicos).

Desses indicadores, os biológicos são muito úteis para representar e monitorar a qualidade do solo, pois estão diretamente relacionados com a estrutura e desenvolvimento do solo na medida em que são agentes promotores da estabilidade dos agregados, melhorando a aeração do solo e a drenagem. Além disso, são responsáveis pelos processos de transformação da matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes no ecossistema solo. Diferentes autores afirmam que as ações antrópicas criam perturbação no solo que irão refletir diretamente na microbiota do solo e que essa passa a ser um indicador sensível de perdas ou redução na qualidade de um ambiente. Nesse trabalho, serão considerados como indicadores biológicos o carbono da biomassa microbiana, a respiração basal e o quociente metabólico, ferramentas importantes para qualificação do solo sob o aspecto biológico.

A atividade microbiológica pode ser medida por meio da determinação da respiração basal (RB) proposta por Anderson e Domsh (1993) a qual converte dados da respiração em carbono de biomassa. A RB é definida como a soma total de todas as funções metabólicas nas quais o CO₂ é produzido e reflete a atividade da biomassa microbiana do solo (BMS) responsável pela degradação dos compostos orgânicos na medida em que aumenta com o aporte de C no solo (Silva et al., 2007). Essa avaliação é muito utilizada em trabalhos que visam analisar os efeitos da incorporação de resíduos orgânicos no solo, os quais muitas vezes contêm substâncias que os microrganismos não conseguem decompor, acarretando na contaminação do solo e dos recursos hídricos.

O quociente metabólico (qCO_2) permite estimar o potencial de decomposição da matéria orgânica do solo (MOS), ou seja, a eficiência do uso do substrato pelos microorganismos do solo O qCO_2 sendo obtido pela razão entre a RB e o Carbono da Biomassa Microbiana (CBM) e pode ser utilizado como um indicador de estresse microbiano (Anderson & Domsh, 1993). Valores baixos de qCO_2 indicam ambientes estáveis, enquanto que valores mais elevados poder ser indicadores de que o sistema está submetido a alguma situação de distúrbio. A interpretação dos resultados do qCO_2 deve cuidadosa, já que somente 15 a

¹Parte do trabalho de pesquisa para tese de doutorado executado com recursos da Cooperativa Agroindustrial Alegrete Ltda. e Bolsa de Estudos do primeiro autor concedida pela Capes.

²Aluna do Programa de Pós Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água; Universidade Federal de Pelotas; Pelotas, RS; mfmarchezan@gmail.com.

³Professor; UFPel.

⁴Professor; UNIPAMPA.

30% da BMS do solo é metabolicamente ativa, estando o restante na forma inativa ou latente com baixa atividade. Além disso, ao ser analisado o qCO_2 deve-se considerar também a estação do ano e a temperatura do solo, pois esses fatores condicionam a velocidade da atividade metabólica microbiana.

Considerando que a quantidade e a composição dos resíduos depositados no solo podem alterar consideravelmente a atividade da BMS e que os efeitos da atividade antrópica na população microbiana do solo podem ser avaliados através de parâmetros como carbono da biomassa microbiana, respiração basal e quociente metabólico, o presente trabalho de pesquisa teve como objetivo avaliar tais parâmetros como indicadores de qualidade do Neossolo com CCA incorporada.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Alegrete, situado na região da Campanha do estado do Rio Grande do Sul no Centro Técnico Experimental (CTE) pertencente a Cooperativa Agroindustrial Alegrete Ltda. (CAAL) nas coordenadas geográficas 29°48'30,12"S - 55°50'59,93"W, próximo a BR 290. Considerando as características do perfil e os horizontes presentes, o solo foi classificado segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos dentro como NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico léptico (Santos et al., 2013). O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados (DBC) e as parcelas que compõem a área experimental com 10m x 2,4m (24m²), distanciadas entre si de 2m, sendo 1m de largura de faixa com altura de aproximadamente 0,40m a fim de individualizar o máximo possível os diferentes tratamentos. O fator de tratamento utilizado foi a CCA produzida pela CAAL, cujas características físico-químicas foram analisadas previamente (densidade 0,23 g cm⁻³, COT entre 5,3 e 6,4, pH entre 6,9 e 9,4, PN < 1 e CTC = 182 mmol Kg⁻¹), em 5 níveis de tratamento e quatro repetições, a saber: T0: 0,0 kg de CCA ha⁻¹ ano (testemunha); T1: 4.000 kg de CCA ha⁻¹ ano; T2: 8.000 kg de CCA ha⁻¹ ano; T3: 16.000 kg de CCA ha⁻¹ ano e T4: 32.000 kg de CCA ha⁻¹ ano. O tratamento T0 foi submetido ao mesmo manejo de solo e tratos culturais das demais parcelas com CCA. Foi escolhida como testemunha absoluta, livre de possíveis interferências e contaminações intencionais ou não, ocasionadas pelo manejo, a área em pousio há 5 anos em torno do experimento. A determinação das parcelas dentro dos blocos foi feita por sorteio. As avaliações foram realizadas após dois anos de incorporação cumulativa de CCA e após dois meses da colheita do arroz irrigado BR-IRGA 409. Foram coletadas 10 amostras de cada parcela, no início de maio de 2014, na camada de 0-20 cm, compondo uma amostra composta por parcela, as quais foram conservadas refrigeradas até o momento das análises no Laboratório de Microbiologia do Solo da UFPel. A determinação do carbono da biomassa microbiana foi determinada pelo método da irradiação-extração (Mendonça & Matos, 2005), a respiração basal foi determinada pela medição do CO₂ liberado e o quociente metabólico (qCO_2) pela relação entre a respiração e a biomassa microbiana (Anderson & Domsh, 1993). Os dados foram submetidos à análise de regressão e as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey a 5% de significância quando ocorreram diferenças entre os tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 relaciona o CBM da área em pousio há 5 anos (testemunha absoluta) com os tratamentos localizados dentro da área experimental (T0 a T4) e que estão submetidos ao mesmo manejo de solo e da cultura. Observa-se que o crescimento do CBM apresentou uma relação direta e positiva com as crescentes dosagens de CCA e o tratamento T4 com 32 t CCA ha⁻¹ superou a área em pousio em valores absolutos. Apesar da análise estatística não revelar diferenças estatísticas entre os cinco tratamentos (pousio e T0 a T4), o tratamento T4 superou a área em pousio em valores absolutos.

Os tratamentos localizados dentro da área experimental apresentaram uma tendência linear e positiva de crescimento da BMS o qual pode ser explicado em 97% pela adição de CCA, pois esse material apesar de calcinado, ainda contem cerca de 6% de C orgânico.

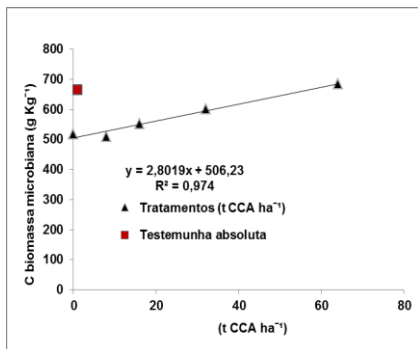


Figura 1 – Carbono da Biomassa Microbiana em solo cultivado com arroz irrigado com incorporação de diferentes doses de CCA (kg ha⁻¹): T0: 0,0; T1: 8.000; T2: 16.000; T3: 32.000 e T4: 64.000. Testemunha absoluta = área em pousio.

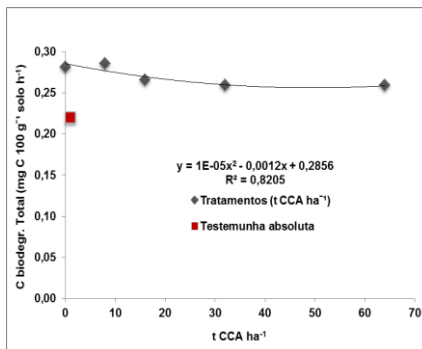


Figura 2 - Respiração Basal em solo cultivado com arroz irrigado com incorporação de diferentes doses de CCA (kg ha⁻¹): T0: 0,0; T1: 8.000; T2: 16.000; T3: 32.000 e T4: 64.000. Testemunha absoluta = área em pousio.

Os valores da respiração basal apresentaram valores absolutos superiores ao da área em pousio (Figura 2). No entanto, estatisticamente, os tratamentos situados dentro da área experimental não diferiram entre si (T0 a T4) e tampouco da área em pousio considerada como testemunha absoluta.

Percebe-se uma tendência ao decaimento e ao equilíbrio com o maior aporte de CCA, indicando uma situação de possível estabilidade do sistema. As duas últimas médias da RB foram iguais a 0,26 µg CO₂ g⁻¹ solo h⁻¹ para os tratamentos com 32 e 64 t de CCA ha⁻¹.

A maior atividade da biomassa dentro da área experimental pode ser justificada pelo aporte de C no solo, tanto da CCA quando da resteva da cultura do arroz que ainda estava presente na área experimental no momento das coletas de amostras de solo.

Sandrini (2010) obteve resultados semelhantes em que as doses de cinza de casca de arroz aplicadas em um NEOSSOLO não afetaram a biomassa microbiana avaliada pelos teores de carbono e o quociente metabólico.

A interpretação dos resultados, no entanto, deve ser criteriosa tendo em vista, por exemplo, que valores elevados de respiração nem sempre indicam condições desejáveis, ou seja, podendo significar, em curto prazo, liberação de nutrientes para as plantas, mas em longo prazo, perda de carbono orgânico do solo para a atmosfera (Parkin et al., 1996).

Os quocientes metabólicos dos tratamentos situados dentro da área experimental apresentaram valores absolutos superiores ao da área em pousio (Figura 3). No entanto, tendem a reduzir-se, aproximando-se do valor apresentado pela área em pousio, indicando que doses mais elevadas de CCA incorporada no solo estão contribuindo para a redução do qCO₂ desse solo. Essa variação justifica-se em 93% com a adição da CCA.

Estatisticamente os tratamentos situados dentro da área experimental não diferiram entre si e nem da área em pousio exceto o tratamento T1 com 8 t CCA ha⁻¹ que apresentou-se 40% superior ao da área em pousio.

O decréscimo dos valores de qCO₂ indicam que o sistema tende à estabilidade, com maior eficiência na conversão do C em biomassa e menos CO₂ sendo liberado para a atmosfera com o aporte de dosagens de CCA até 64 t ha⁻¹.

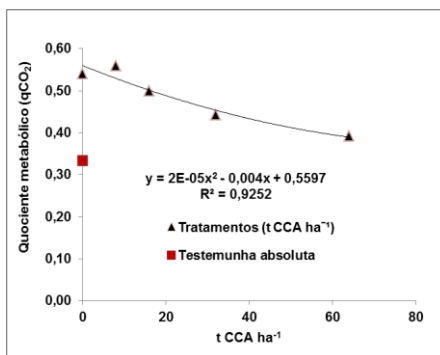


Figura 3 - Quociente metabólico em solo cultivado com arroz irrigado com incorporação de diferentes doses de CCA (kg ha⁻¹): T0: 0,0; T1: 8.000; T2: 16.000; T3: 32.000 e T4: 64.000. Testemunha absoluta = área em pousio.

CONCLUSÕES

Nas condições climáticas do experimento e considerando o tipo de solo da área, a incorporação de até 64 t ha⁻¹ de CCA, não provoca impactos negativos para a microbiota do solo, havendo inclusive incremento no CBM e da qualidade nutricional da microbiota, indicando que a mesma pode estar se beneficiando do C contido na CCA.

O decréscimo dos valores de qCO₂ indicam que o tipo de solo do experimento tende à estabilidade, com maior eficiência na conversão do C em biomassa e menos CO₂ sendo liberado para a atmosfera com o aporte de dosagens de CCA até 64 t ha⁻¹.

AGRADECIMENTOS

A CAAL pelo apoio técnico e financiamento do projeto, ao IRGA pelas análises complementares de fertilidade de solo, aos bolsistas alunos do Curso de Engenharia Agrícola da UNIPAMPA e IFFCA pela dedicação e eficiência no cumprimento das atividades de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, J.P.E.; DOMSCH, K.H. The metabolic quotient (qCO₂) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**, 25:393-395, 1993.
- MENDONÇA, E.S.; MATOS, E.S. **Matéria orgânica do solo: métodos de análises**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2005. 107p.
- PARKIN, T.B.; DORAN, J.W.; FRANCO-VIZCAÍNO, E. Field and laboratory tests of soil respiration. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J., eds. **Methods for assessing soil quality**. Madison, Soil Science Society of America, 1996. p.231-245. (SSSA Special Publication, 49)
- SILVA, E. E. da; AZEVEDO, P. H. S. de; DE-POLLI, H. **Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO₂)**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007. 4 p. (Embrapa Agrobiologia. Comunicado Técnico, 99). Parceria: UFRRJ.
- SANDRINI, W. C. **Alterações químicas e microbiológicas do solo decorrentes da adição de cinza de casca de arroz**. 2010. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.
- SANTOS, H. G. dos [et al]. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. 3 ed. revista e ampliada - Brasília, DF: EMBRAPA, 2013. 353 p.a.

RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS CATARINENSES ADJACENTES A ÁREAS DE PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO

José Alberto Noldin¹; Francisco C. Deschamps²; Domingos S. Eberhardt³; Maicon dos Reis Soares⁴; Rubens Marschalek⁵; Ronaldir Knoblauch⁶; Douglas G. de Oliveira⁷; Donato Lucietti⁸; Andrey M. Rebelo⁹.

Palavras-chave: Qualidade de água, cromatografia líquida de alta eficiência; contaminação ambiental, agroquímicos.

INTRODUÇÃO

A ocorrência de pragas, doenças e plantas daninhas constitui-se nos principais fatores limitantes da produtividade e da produção do arroz irrigado em Santa Catarina (SC). O uso de agrotóxicos visa garantir o manejo adequado da lavoura e a produção com rentabilidade ao rizicultor. No entanto, o uso intensivo tem sido considerado potencialmente gerador de impactos ambientais indesejáveis, podendo ser agravado pelo manejo incorreto e fora das recomendações técnicas (Sosbái, 2014). Neste sentido, a sociedade vem pressionando a cadeia produtiva de arroz a adequar seus empreendimentos à legislação ambiental.

Estudos anteriores de monitoramento da qualidade das águas superficiais nas regiões orizícolas de SC, já relataram a presença de quantidades variáveis de alguns resíduos de agroquímicos (Deschamps et al., 2003 e 2013; Noldin et al., 2011). Entretanto, ao se avaliar as implicações ambientais desses produtos, observou-se que quinclorac, o herbicida mais frequentemente detectado (Deschamps et al., 2003), apresentou baixo risco de comprometimento ambiental (Resgalla Jr. et al., 2007). Nos estudos mais recentes relatados por Noldin et al. (2011) e Deschamps et al. (2013), o herbicida bentazon foi o agrotóxico mais comumente detectado. No entanto, estudos de risco ambiental indicaram baixos níveis de risco ambiental para o nível de resíduos detectados (dados não publicados). Ainda assim, a percepção geral da população é que alimentos como o arroz, devam ser produzidos seguindo práticas que minimizem ou mesmo eliminem o uso de agrotóxicos. Atingir este objetivo não é tarefa fácil, pois, inevitavelmente, haverá comprometimento da produção e da renda do agricultor. Como forma de conciliar estas restrições, há proposição para adoção do sistema de Produção Integrada de Arroz (PIA). A PIA está apoiada em princípios do manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas, e no uso racional dos insumos agrícolas, minimizando assim, os impactos ambientais.

O objetivo deste trabalho foi o de monitorar a ocorrência de resíduo em água dos principais agroquímicos utilizados no sistema de produção de arroz irrigado de Santa Catarina.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de água foram coletadas no período de 08/10/2013 a 12/02/2014, em seis datas diferentes, em cinco regiões e/ou bacias hidrográficas: R1 - Bacias dos Rios Araranguá e Mampituba, em 17 pontos; R2 - Rio D'Una, Complexo Lagunar e Rio Tubarão, em 13 pontos; R3 - Bacia do Rio Camboriú, em 5 pontos; R4 - Bacia do Rio Itapocú, em 11 pontos; R5 - Bacia do Rio Itajaí, em 10 pontos de coleta.

As amostras foram encaminhadas para a Unidade de Ensaios Químicos da Epagri –

¹Eng. Agrônomo, Ph.D., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, SC. E-mail: noldin@epagri.sc.gov.br; ²Med. Veterinário, Dr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, SC; ³Eng. Agrônomo, M.Sc., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, SC; ⁴Eng. Agrônomo, PLANTAR Serviços Agronômicos LTDA, Tubarão, SC; ⁵Eng. Agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, SC; ⁶Eng. Agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, SC; ⁷Eng. Agrônomo, Extensionista da Epagri, Nova Veneza, SC; ⁸Eng. Agrônomo, Extensionista da Epagri, Nova Veneza, SC; ⁹Farmacêutico, Dr. em Química Analítica, Epagri/Estação Experimental de Itajaí, SC.

Estação Experimental de Itajaí. A pré-concentração das amostras foram realizadas por extração em fase sólida (SPE), utilizando cartuchos C18/SampliQ/Agilent Technologies. A análise de resíduo foi realizada utilizando-se cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) em coluna C₁₈ e detector UV. Foram utilizados dois métodos cromatográficos distintos: (A) com fase móvel contendo acetonitrila e água acidificada com ácido acético, para determinação de imazapic, imazethapyr, quinclorac, metsulfuron-methyl, bentazon, 2,4-D, penoxsulam, bispyribac-sodium, pyrazosulfuron-ethyl, tricyclazol e cyclosulfamuron (grupo dos ácidos); (B) com fase móvel contendo acetonitrila e água (não acidificada) para determinação de carbofuran, carbofuran-3-hydroxy, carbofuran-3-keto, propanil, molinate, fipronil, thiobencarb, fenoxaprop-ethyl, oxyfluorfen e oxadiazon (grupo dos neutros).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total, na safra 2013/204, foram coletadas e analisadas 342 amostras, assim distribuídas: R1=102; R2=78; R3=36; R4=66; R5=60 amostras. Desse total, foram detectados resíduos do herbicida bentazon, do inseticida carbofuran e do fungicida tricyclazol, nas percentagens de 35,1%, 9,1% e 3,5% das amostras, respectivamente.

Em todas as regiões, a maior percentagem de amostras contaminadas com resíduo de bentazon foi constatada nos meses de outubro, novembro e dezembro, período coincidente com aplicação de herbicidas para o manejo de plantas daninhas em arroz irrigado. A alta frequência de amostras com resíduo de bentazon também está relacionada com o uso do produto para o controle das plantas daninhas, especialmente de sagitária, resistente aos herbicidas inibidores da enzima ALS. Os maiores percentuais de amostras com resíduo de bentazon foram verificados nas bacias do Araranguá/Mampituba (R1), com 94,1% e 70,6% de amostras com resíduo, nas coletas realizadas no dia 26 de novembro e no dia 7 de novembro, respectivamente. Nas demais regiões, a frequência máxima de amostras com resíduo de bentazon foi de 53,8% na região do Complexo Lagunar (R2) na coleta de 28 de novembro; 80% na bacia do Rio Camboriú nas três coletas realizadas nos meses de outubro e novembro; 90,9% e 81,8% na bacia do Rio Itapocú, nas coletas realizadas no dia 10 de outubro e 7 de novembro, respectivamente; 70% na bacia do Rio Itajaí, nas coletas de 7 e 12 de dezembro (Tabela 1). Não foi observada nenhuma amostra com resíduo de bentazon nos meses de janeiro e fevereiro. As concentrações máximas de resíduo de bentazon foram de 135,9 µg L⁻¹, 40,69 µg L⁻¹, 37,25 µg L⁻¹ e 9,55 µg L⁻¹, respectivamente nas regiões R1, R4, R2, R5 e R3 (Tabela 1).

A ocorrência de resíduo do inseticida carbofuran foi constatada nos meses de novembro e dezembro, nas regiões R1, R2, R4 e R5. As maiores frequências de amostras de água com resíduo de carbofuran foram de 41,2% na coleta de 26 de novembro na bacia dos Rios Araranguá e Mampituba (R1); 76,9% na coleta de 28 de novembro na região do Complexo Lagunar (R2); 81,8% na coleta de 7 de novembro na bacia do Rio Itapocú; e, 30% na coleta realizada no dia 11 de dezembro na bacia do Itajaí (R5). Na bacia do Rio Camboriú não foi observado nenhuma amostra com resíduo de carbofuran (Tabela 1). As concentrações máximas observadas de resíduo de carbofuran foram de 5,1 µg L⁻¹ na região R2, e variando de 4,1 e 5,0 µg L⁻¹ nas regiões R1, R4 e R5 (Tabela 1).

No mês de fevereiro, foi detectada a presença do fungicida tricyclazol em 7 amostras (41,2%) coletadas na Bacia do Araranguá e Mampituba (R1), e em 3 amostras (30%) na Bacia do Rio Itajaí (R5), período este coincidente com a concentração da aplicação de fungicidas para o controle da brusone na cultura do arroz irrigado em Santa Catarina. A concentração máxima de resíduo de tricyclazol foi de 4,36 µg L⁻¹, 3,1 µg L⁻¹ e 1,8 µg L⁻¹, respectivamente nas regiões R4, R1 e R5 (Tabela 1).

A ocorrência de resíduo do herbicida bentazon em amostras de águas das regiões produtoras de arroz irrigado, em SC, havia sido relatada anteriormente por Noldin et al

(2011) e por Deschamps et al. (2013). Os mesmos autores também constaram que a maior frequência de amostras com resíduo foi no período de outubro a dezembro.

Comparando com os resultados dos monitoramentos realizados nas safras anteriores (Noldin et al., 2011; Deschamps et al., 2013), constatou-se que na safra 2013/2014, as concentrações máximas observadas sofreram poucas variações. Nos estudos anteriores, foram relatadas concentrações que variaram de 2,15 a 8,71 $\mu\text{g L}^{-1}$ (Noldin et al., 2011) e de 1,9 a 116,5 $\mu\text{g L}^{-1}$ (Deschamps et al., 2013). No presente estudo, as concentrações variaram de 2,17 a 135,93 $\mu\text{g L}^{-1}$. Destaca-se ainda o fato de que o período de outubro a dezembro de 2013 foi de déficit hídrico na região sul de Santa Catarina, tendo sido constada redução drástica na vazão de vários rios, fato que pode explicar o aumento nas concentrações máximas de resíduo em alguns pontos de amostragem no referido período.

Considerando que o herbicida bentazon foi o mais frequentemente detectado neste estudo, certamente é o que desperta maior preocupação. Nesse sentido, a recomendação de uso do herbicida bentazon (Basagran) é de 960 g i.a. ha^{-1} , dose esta que diluída numa lâmina de água de 10 cm, equivaleria estimar a concentração em 960 $\mu\text{g L}^{-1}$, cerca de 7 vezes superior a concentração máxima detectada (Tabela 1). A legislação vigente no Brasil (CONAMA, 2011) não inclui o herbicida bentazon entre os produtos listados com limites máximos de resíduo permitido em água. Estudos de ecotoxicologia de bentazon sobre o bioindicador *Daphnia magna* (Nakagome; Noldin; Resgalla Jr., 2006) mostraram valores de CE_{50} (48 horas) de 3.900.000 $\mu\text{g L}^{-1}$, valores estes 28 mil vezes superiores a concentração máxima detectada neste estudo. Os referidos autores concluíram que o herbicida bentazon apresentava baixo risco de impacto sobre o microcrustáceo *Daphnia magna*. Sendo assim, apesar do aumento da concentração média deste herbicida, a margem de segurança ainda está bastante alta. Com a adoção e reforço de algumas práticas de produção com baixo impacto ambiental e de PIA, veiculadas por meio dos treinamentos realizados junto aos produtores e corpo técnico da cadeia produtiva do arroz irrigado em SC, é possível a racionalização no uso de agrotóxicos.

Por outro lado, a presença de agroquímicos em amostras de água coletadas nas regiões produtoras de arroz irrigado indicam falhas no sistema de manejo de água das lavouras. Isso indica que os trabalhos e ações de transferência de tecnologias, treinamentos e de conscientização dos produtores devem ser intensificados, já que o desejável é manter as águas superficiais livres de qualquer contaminante, seja de origem agrícola ou urbana.

CONCLUSÕES

A ocorrência de amostras de água com resíduo de agrotóxicos em todas as regiões produtoras de arroz irrigado de Santa Catarina indica a existência de falhas no sistema de manejo das lavouras. Esse fato nos remete para a necessidade de se intensificar as ações de capacitação e conscientização dos produtores, buscando melhorias nas práticas de manejo adotadas nas lavouras.

AGRADECIMENTOS

À Fapesc (Proc. 6946/2011-9) e CNPq (Proc. 562451/2010-2), e os Tec. Agrícolas Geovani Porto e Samuel B. dos Santos, pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONAMA. **Resolução n 357, 18 de março de 2005.** Diário Oficial. **Anais...** Conselho Nacional de Meio Ambiente, 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2015.
DESCHAMPS, F.C. et al. Resíduos de agroquímicos em água nas áreas de arroz irrigado, em Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3./ REUNIÃO

DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Balneário Camboriú, SC. **Anais...** 2003, p.683–685.

DESCHAMPS, F.C. et al. Agrotóxicos na água superficial sugerem melhorias nas práticas de manejo das lavouras de arroz irrigado em Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria, RS. **Anais...** 2013, p.892–895.

NAKAGOME, F.K.; NOLDIN, J.A.; RESGALLA JR, C. Toxicidade aguda e análise de risco de herbicidas e inseticidas utilizados na lavoura do arroz irrigado sobre o cladóceros *Daphnia magna*. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 16, p. 93–100, 2006.

NOLDIN, J.A. et al. Monitoramento de resíduos de agrotóxicos em áreas de produção de integrada de arroz irrigado: Bacia do Rio D'Una, Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7., 2011. Balneário Camboriú, SC. **Anais...** 2011, p.607-609.

RESGALLA JR., C. et al. Risk analysis of herbicide quinclorac residues in irrigated rice areas , PubMed Commons. **Ecotoxycology**, v.16, n.8, p. 565–571, 2007.

SOSBAI. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. In: Reunião Técnica Da Cultura Do Arroz Irrigado, 30., 2014. Bento Gonçalves, RS: Sosbai, 2014. 189p.

Tabela 1. Resumo dos resultados observados na análise de 342 amostras de água analisadas em 5 regiões de cultivo de arroz na safra 2013/14, apresentando os dados da concentração máxima, frequência máxima e épocas que foram detectadas a presença de resíduos de agrotóxicos, Epagri, 2015.

BACIAS AMOSTRADAS	Pontos de coleta	Bentazon			Tricyclazol			Carbofuran		
		Conc. máx. (µg/L)	Freq. máx. (%)	Época	Conc. máx. (µg/L)	Freq. máx.	Época	Conc. máx. (µg/L)	Freq. máx.	Época
R1-Bacia do Rio Araranguá + Mampituba	17	135,9	94,1	out/dez	3,1	41,2	fev	5,0	41,2	nov
R2-Rio D'Una + Complexo Lagunar + Rio Tubarão	13	40,69	53,8	out/nov	n.d	n.d	n.d	5,1	76,9	nov
R3-Bacia do Rio Camboriú	5	9,55	80,0	out/nov	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
R4-Bacia do Rio Itapocú	11	69,77	90,9	out/nov	4,36	0,1	nov	4,1	81,8	nov
R5-Bacia do Rio Itajaí	10	37,28	70,0	nov/dez	1,8	30,0	fev	4,4	30,0	dez

USO DE AGENTES DE BIOCONTROLE DE FITOPATÓGENOS E PROMOTORES DE CRESCIMENTO DE PLANTAS EM ARROZ DE TERRAS ALTAS

Daniel de Brito Fragoso¹; Edmilson Rodrigues de Sousa²; Alexsandro Farias³; Expedito Alves Cardoso⁴; Nayara Monteiro Rodrigues⁵;

Palavras-chave: *Trichoderma*, *Paecilomyces*, Controle Biológico.

INTRODUÇÃO

A preocupação da sociedade com os impactos advindos da agricultura no ambiente e da contaminação alimentar pelo uso excessivo de agrotóxicos aponta para a necessidade de se desenvolver sistemas de produção sustentáveis, por meio da redução do uso de produtos químicos e emprego de métodos alternativos e integrados de controle de pragas e doenças. Nesse contexto, o maior uso dos agentes de biocontrole cresce em importância com boas perspectivas para o seu emprego tanto na forma natural ou por meio controle biológico aplicado (Campanhola e Bettiol, 2003; Bettiol et al., 2008; Bettiol e Morandi, 2009). A produtividade agrícola é estritamente dependente da capacidade produtiva do solo. Assim o solo para garantir bons índices de produtividade precisa estar saudável, com sua atividade biológica conservada e conter os nutrientes necessários às plantas. O solo saudável é mantido pelos organismos do solo constituídos pelos macros e microrganismos como bactérias, fungos, leveduras, actinomicetos, entre outros. Estes organismos trabalham de modo interativo e fazem as transformações da matéria orgânica, agregam o solo e são responsáveis por manter a porosidade do solo por onde entra o ar e a água indispensáveis à produção vegetal. Entre os microrganismos de biocontrole mais estudados temos as espécies dos fungos actinomicetos *Trichoderma* e *Paecilomyces*. A eficiência de *Trichoderma* em controlar patógenos como *Fusarium* e *Rhizoctonia*, que ocasionam tombamento e *Paecilomyces* no controle de nematoides, foram inicialmente demonstradas pelos trabalhos realizados pelos pesquisadores Baker e Snyder (1965) e Ahmad e Baker (1987) e que serviram de embasamento técnico para a formulação de vários produtos comerciais à base desses fungos no mercado mundial. *Trichoderma* spp. são fungos de vida livre ubíquos e altamente interativos nos sistema radicular das plantas e no solo. São também considerados saprófitos e tem despertado o interesse científico e aplicado como agentes de biocontrole. *Paecilomyces* spp são fungos de solo que tem se mostrado efetivo no biocontrole de nematoides. Caracteriza-se por penetrar os ovos de nematoides, destruindo o embrião, podendo exercer forte pressão na capacidade reprodutiva das fêmeas que são colonizadas e, posteriormente, mortas (Dunn et al., 1982). No Brasil, existem registros de *P. lilacinus* em diferentes tipos de solo, cultivados ou não (Carneiro, 1992). O arroz de terras altas é cultivado principalmente por agricultores familiares em praticamente em todos os municípios do Estado do Tocantins, representando ainda cerca de 40% da produção total de arroz tocaninense (Conab, 2015; Fragoso et al., 2013). Portanto, o uso de agentes de biocontrole por pequenos agricultores pode constituir-se em uma importante

¹ Doutor em Entomologia, Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, Km 12, Fazenda Capivara, Zona Rural Caixa Postal: 179 CEP: 75375-000 - Santo Antônio de Goiás - GO, daniel.fragoso@embrapa.br.

² Engenheiro Agrônomo, Ruraltins.

³ Engenheiro Agrônomo, Estação de Pesquisa ALX Farias Agro Pesquisa Agropecuária do Cerrado Ltda.

⁴ Doutor em Fitotecnia, Fundação Universidade do Tocantins.

⁵ Engenheira Agrônoma, Fundação Universidade do Tocantins.

ferramenta para sistemas de produção sustentáveis de arroz de terras no Tocantins. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a resposta quanto ao uso de agentes de biocontrole de patógenos e regenerativos de solo em arroz de terras altas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação de Pesquisa ALX Farias Agro Pesquisa Agropecuária do Cerrado Ltda., situada nas coordenadas 10°28'25" S e 48°20'34" O, município de Porto Nacional -TO. O Delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, constituído de cinco tratamentos (Mix 2 kg.ha⁻¹; Mix 4 kg.ha⁻¹; Plus 2 kg.ha⁻¹; Plus 4 kg.ha⁻¹ e testemunha) com três repetições. Os tratamentos Tricoderma Mix eram constituídos da mistura de *Trichoderma asperellum* TO 201 + *Paecilomyces lilacinus* e Tricoderma Plus com apenas *Trichoderma asperellum* TO 201, linhagem produzida de isolados do Tocantins e foram fornecidos pela Empresa JCO Indústria e Comércio de Fertilizantes Ltda. A formulação comercial usada no experimento foi a dos microrganismos inoculados em sementes milheto esterilizadas. A aplicação foi realizada nas linhas de plantio, pela mistura da formulação com as sementes de arroz. O tamanho de cada parcela foi de 50 m² (5,0 x 10,0 m). A cultivar usada no experimento foi a BRS Primavera CL. O plantio foi realizado no dia 27/01/2015, com espaçamento entre fileiras de 30 cm e 70 sementes por metro. A adubação de plantio foi de 400 kg.ha⁻¹ da formulação 00-30-10. Na adubação de cobertura foram utilizados 150 kg.ha⁻¹ de uréia. Foi feita uma aplicação do herbicida pós-emergente Ally na dosagem de 5g.ha⁻¹ aos 25 após o plantio. Os parâmetros avaliados foram contagem do número de perfilhos e cálculo da produtividade, por meio da colheita de uma área útil 2,0 m² de cada parcela dos tratamentos. Os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontram-se resumidos na Tabela 1, onde se observam repostas significativamente diferentes para perfilhamento e produtividade. Todos os tratamentos a base de agentes de biocontrole diferiram sigficativamente da testemunha para os parâmetros número de perfilhos e produtividade, sendo que a melhor resposta encontrada foi para o tratamento Tricoderma Plus dose de 4 kg.ha⁻¹ que apresentou maior média de perfilhamento (560 perfilhos) e consequentemente maior produtividade (6.611 kg.ha⁻¹).

Tabela 1. Efeito do uso de agentes de biocontrole sobre o perfilhamento e produtividade de arroz de terras altas – BRS Primavera CL, Porto Nacional - TO.

Tratamentos	Nº perfilhos	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)
Testemunha	211 c	3.486 b
Plus dose normal (<i>Trichoderma</i>)	363 bc	5.486 a
Plus dose dobrada (<i>Trichoderma</i>)	560 a	6.611 a
Mix dose normal (<i>Trichoderma</i> + <i>Paecilomyces</i>)	414 ab	6.027 a
Mix dose dobrada (<i>Trichoderma</i> + <i>Paecilomyces</i>)	416 ab	5.722 a

Médias com a mesma letra não são diferentes significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Trabalhos de pesquisa têm sido conduzidos com a finalidade de investigar os mecanismos de ação, competição, parasitismo e antibiose e comprovam a ação de metabólitos secundários produzidos por fungos do gênero *Trichoderma* na promoção de crescimento de plantas de arroz e na indução de resistência a patógenos (Harman et al. 2004; Almança, 2008). As respostas diferenciadas para um maior número de perfilhos em plantas de arroz da BRS Primavera CL e consequentemente maior produtividade pode ser

atribuída à interação entre plantas de arroz e o fungo *Trichoderma asperillum* TO 201. Almança (2008) constatou que *Trichoderma* spp. são capazes de interagir com plantas de arroz e produzir proteases, sideróforos e ácido indol acético (AIA), substâncias que podem contribuir tanto no processo de promoção de crescimento das plantas quanto no controle de fitopatógenos. Trabalhos sobre a utilização de agentes de biocontrole em arroz de terras altas no Tocantins ainda são incipientes, porém, são fundamentalmente importantes pela necessidade de avançarmos em direção de sistemas de produção sustentáveis. Embora, a utilização de agentes de biocontrole em escala mundial ainda seja considerada tímida, vale ressaltar que considerando o crescente interesse científico e aplicado desses organismos, bem como os resultados positivos e os benefícios socioeconômicos gerados pelo seu emprego, as perspectivas do uso são de crescimento por apresentar um nicho atraente para empresas e fabricantes desses microrganismos (Bettiol e Morandi, 2009). O trabalho abre perspectivas para a condução de outros estudos com avaliação de variáveis relacionadas ao controle desses microrganismos.

CONCLUSÃO

Todos os tratamentos a base de *Trichoderma asperillum* TO 201 isoladamente e em mistura com *Paecilomyces lilacinus* apresentam efeitos positivos para maior número de perfilhos e maiores produtividades, com destaque para o tratamento que de 4 kg.ha⁻¹ do Tricoderma Plus.

AGRADECIMENTOS

À Empresa JCO Indústria e Comércio de Fertilizantes Ltda e a Equipe Técnica da Estação de Pesquisa Agropecuária ALX Farias Agro Pesquisa Agropecuária do Cerrado Ltda.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMAD, J. S.; BAKER, R. Rhizosphere competence of *Trichoderma harzianum*. **Phytopathology**, 77: 182-189. 1987.

ALMANÇA, M. A. K. **Aspectos da interação arroz x *Trichoderma* spp. em solos alagados**. Porto Alegre-RS: UFRGS. 59p. (Tese de doutorado).

BAKER, K. F.; SNYDER, W. C. **Ecology of soil-borne plant pathogens**: prelude for biological control. Berkeley: University of California Press, 1965. 535p.

BETTIOL, W. Conversão de sistemas de produção. In: POLTRONIERI, L. S.; ISHIDA, A. K. N. (Eds.). **Métodos alternativos de controle de insetos-praga, doenças e plantas daninhas: panorama atual e perspectivas**. Belém: Embrapa Oriental, 2008. p.289-308.

BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. (Eds.). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. 341p.

CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 279p.

CARNEIRO, R. M. D. G. Princípios e tendências do controle biológico de nematóides com fungos nematófagos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, p.113-121, 1992.

DUNN, M.T.; SAYRE, R.M.; CANELL, A.; WERGIN, W.P. Colonization of nematode eggs by

Paecilomyces lilacinus (Thom) Samson as observed with scanning electron microscope. **Scanning Electron Microscopy**, p.1351-1357, 1982.

CONAB. **Levantamentos de safra**: 9º Levantamento grãos safra 2014/15. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_11_09_00_38_boletim_graos_junho_2015.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2015.

FRAGOSO, D. B. et al. **Caracterização e diagnóstico da cadeia produtiva do arroz no Estado do Tocantins**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 40 p.

HARMAN et al. **Trichoderma** species-opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews*, 2: 43-56. 2004.

SEÇÃO 7 - SOCIO-ECONOMIA

ANÁLISE ECONÔMICA DE ARROZ DE TERRAS ALTAS IRRIGADO POR ASPERSÃO COM ADUBAÇÃO NITROGENADA E INOCULAÇÃO DE SEMENTES COM *Azospirillum brasilense*: SAFRA 2013/14

Mayara Rodrigues¹; Maria Aparecida Anselmo Tarsitano², Orivaldo Arf²; Nayara Fernanda Siviero Garcia³, Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues², Flávia Constantino Meirelles¹, Vagner do Nascimento⁴

Palavras-chave: bactérias diazotróficas, cerrado, IAC 202.

INTRODUÇÃO

Entre os macronutrientes, o nitrogênio é o segundo mais exigido pela cultura do arroz e o mais exportado como produto colhido (FORNASIERI FILHO & FORNASIERI, 2006). Assim, interfere no desenvolvimento e produtividade da cultura. No entanto, o fertilizante é o insumo que representa uma parcela significativa nos custos de produção da cultura do arroz, apesar de ser industrialmente obtido de fontes não renováveis, e potencialmente poluentes ambientais (Silva & Fay, 2004). De acordo com Hungria (2010), *Azospirillum* spp. é uma bactéria associativa, que ao contrário das bactérias simbióticas, excretam somente uma parte do N fixado diretamente para a planta associada, posteriormente a mineralização das bactérias pode contribuir com quantidades adicionais de N para as plantas, contudo, o processo de fixação biológica por essas bactérias consegue suprir parcialmente as necessidades das plantas. Reis (2007) explica que o uso de estirpes da bactéria *Azospirillum* associadas a pequenas doses de nitrogênio tem se mostrado mais eficiente quando comparada a isolados da bactéria sem aplicação de nitrogênio.

O uso da inoculação pode sofrer influências devido à variabilidade genética, estágio fenológico, características do solo, atuação de outros componentes macrobióticos, competitividade, entre outros fatores (STURZ; NOWAK, 2000). Desta forma, confirma-se a necessidade de promover pesquisas que associem diferentes fatores e condições à cultura desejada, obtendo-se dados consistentes.

O objetivo do presente trabalho foi estudar a viabilidade do cultivo de arroz por meio de uma análise econômica, a fim de verificar quais dos tratamentos são mais rentáveis.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no ano agrícola de 2013/14 em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS, situada a aproximadamente a 51° 22' de longitude Oeste de Greenwich e 20° 22' de Latitude Sul, com altitude de 335 metros. O solo do local é do tipo Latossolo Vermelho distrófico argiloso (SANTOS et al., 2013). A precipitação média anual é de 1.370 mm, a temperatura média anual é de 23,5 °C e a umidade relativa do ar entre 70 e 80% (média anual).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, disposto em esquema fatorial 4x2. O cultivar utilizado foi o IAC 202, e os tratamentos foram constituídos por quatro doses de N em cobertura (0, 30, 60 e 90 kg ha⁻¹) e inoculação com *Azospirillum brasilense* (presença e ausência), com 4 repetições. Utilizou-se as estirpes Ab-V₅ e Ab-V₆ de *Azospirillum brasilense*, na dose de 100 g de inoculante para cada 25 kg de sementes.

O preparo do solo da área foi realizado utilizando-se escarificador de 7 hastes com profundidade de trabalho de 0,30m e seguido de uma operação com grade leve para

¹ Graduanda em Agronomia, UNESP – Ilha Solteira, Avenida Brasil, 56, Ilha Solteira – SP, mayararodrigues.agro@gmail.com.

² Docente, UNESP – Ilha Solteira.

³ Mestranda em Agronomia, UNESP – Ilha Solteira.

⁴ Pós-Doutorando em Agronomia, UNESP – Ilha Solteira.

nivelamento da área. A semeadura foi realizada no dia 04/11/2013 em solo úmido. O espaçamento entrelinhas foi de 0,35 m e a densidade de semeadura foi de 180 sementes m⁻² e cada parcela formada por cinco linhas de 4,5 metros de comprimento. A área útil foi constituída por 2 linhas centrais. As sementes foram tratadas antes da inoculação com inseticida fipronil (50 g ha⁻¹ do i.a.), visando o controle de pragas do solo.

A adubação mineral nos sulcos de semeadura foi calculada de acordo com as características químicas do solo e a produtividade esperada, utilizando-se 250 kg ha⁻¹ da formulação 04-30-10. A adubação de cobertura com as doses de N mineral foi realizada aos 30 dias após a emergência das plântulas (DAE), utilizando-se como fonte a uréia. Logo após a aplicação foi realizada irrigação com uma lâmina de água de aproximadamente 10 mm com o objetivo de minimizar perdas de nitrogênio por volatilização.

O controle de plantas daninhas foi realizado com a utilização de herbicidas aplicados por pulverizador costal, sendo aplicado logo após a semeadura do arroz o herbicida pendimethalin (1400g ha⁻¹ do i.a.). Durante a fase vegetativa das plantas, aos 14 dias após a emergência foi realizada a aplicação do herbicida metsulfuron metil (2,0 g ha⁻¹ do i.a.). As demais plantas daninhas não controladas pelo herbicida foram eliminadas manualmente com auxílio de enxada. Também foi feita a aplicação do fungicida tebuconazol + trifloxistrobina (225 g ha⁻¹ do i.a.) para controle de doenças do arroz de terras altas como brusone e helmintosporiose.

O fornecimento de água foi realizado por sistema fixo de irrigação por aspersão e no manejo de água da cultura foram utilizados três coeficientes de cultura (Kc). Para a fase vegetativa foi utilizado o valor de 0,4; para a fase reprodutiva dois coeficientes de cultura, o inicial de 0,70 e o final de 1,00 e para a fase de maturação estes valores foram invertidos, ou seja, o inicial de 1,00 e o final de 0,70.

A colheita foi realizada manualmente quando as plantas de arroz apresentaram 90% das panículas maduras com coloração típica do cultivar.

Os métodos para análise econômica foram baseados nos métodos utilizados pelo Instituto de Economia Agrícola, proposto por Matsunaga et al. (1976), a qual considera no custo operacional efetivo (COE) as despesas mecanizadas, manuais e os insumos. Já o custo operacional total (COT) é adotado como as outras despesas e os juros de custeio adicionados ao COE.

Para que os custos das operações mecanizadas fossem calculados, foram feitos levantamentos de coeficiente técnico e multiplicados pelo o valor apresentado no Agriannual (2015), no entanto, para a irrigação foi utilizado o valor levando em consideração um experimento realizado por Gerlach (2014), sendo o valor reajustado para maio de 2015. Não foi realizada operação manual. Para os custos com insumos foram utilizados os preços da região, já para outras despesas foi utilizado 5% do COE.

Para obter a lucratividade utilizou-se a metodologia de Martin et al. (1998). A receita bruta foi calculada considerando a quantidade de arroz em casca produzido e a média do preço da saca dos últimos cinco anos (maio de 2010 a maio de 2015) deflacionado (R\$ 44,16) (IEA, 2015). Com o objetivo de obter o lucro operacional (LO) foi feita a diferença da receita bruta e do custo operacional total. O índice de lucratividade, expresso em porcentagem, relaciona o lucro operacional e a receita bruta. O preço de equilíbrio é a relação entre o custo operacional total e a produtividade média obtida pelo produtor. A produtividade de equilíbrio é a relação entre o custo operacional total e o valor recebido pelo produtor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão os valores do custo operacional total, produtividade e receita bruta. Observa-se que em ambos os tratamentos (inoculado e não inoculado), o COT aumenta conforme há o aumento das doses de nitrogênio (N) aplicado em cobertura. Além disso, o COT é maior em todas as doses do tratamento inoculado em relação ao não inoculado.

Em relação à produtividade, o maior valor obtido foi no tratamento inoculado sem

adubação nitrogenada. Por outro lado, obteve-se o menor valor no tratamento inoculado com adubação nitrogenada de 90 kg ha⁻¹. Os dados da receita bruta se correlacionam com os da produtividade.

Tabela 1. Custo operacional total (COT), produtividade e receita bruta por hectare para arroz de terras altas com diferentes doses de nitrogênio e inoculação de *A. brasilense*. Selvíria, MS. Safra 2013/14.

Tratamentos	Doses (kg ha ⁻¹)	COT (R\$)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Receita bruta (R\$)
Sem inoculação	0	1.704,85	2.645	1.946,72
	30	1.753,29	2.901	2.135,14
	60	1.801,74	2.442	1.797,31
	90	1.850,19	1.463	1.076,77
Com inoculação	0	1.728,37	2.919	2.148,38
	30	1.776,81	2.431	1.789,22
	60	1.825,26	1.790	1.317,44
	90	1.873,71	1.073	789,73

Na Tabela 2, estão os valores de lucro operacional, índice de lucratividade, preço de equilíbrio e produtividade de equilíbrio por hectare. O maior lucro operacional obtido foi no tratamento inoculado sem adubação nitrogenada. Porém, houve prejuízo nos tratamentos com dose de 60 e 90 kg ha⁻¹ de N, inoculados ou não. Isso mostra que a inoculação de semente com bactérias diazotróficas pode ser uma boa alternativa para reduzir a quantidade de adubos nitrogenados aplicados, e consequentemente o custo de produção.

Com relação ao índice de lucratividade, nota-se que as maiores porcentagens foram obtidas quando se aplicou as doses 0 e 30 kg ha⁻¹ de N, nos tratamentos inoculado e não inoculado, respectivamente. O pior índice ocorreu na dose de 90 kg ha⁻¹ sem inoculação de *A. brasilense*.

Tabela 2. Lucro operacional (LO), índice de lucratividade (IL), preço de equilíbrio (PE), produtividade de equilíbrio (ProdE) por hectare para arroz de terras altas com diferentes doses de nitrogênio e inoculação de *A. brasilense*. Selvíria, MS. Safra 2013/14.

Tratamentos	Doses (kg ha ⁻¹)	LO (R\$)	IL (%)	PE (R\$)	ProdE (sacas)
Sem inoculação	0	241,81	12	38,67	39
	30	381,85	18	36,26	40
	60	- 4,43	0	44,27	41
	90	- 773,42	- 72	75,88	42
Com inoculação	0	420,01	20	35,53	39
	30	12,41	1	43,85	40
	60	- 507,82	- 39	61,18	41
	90	- 1.083,98	- 137	104,77	42

É interessante que o preço de equilíbrio (PE) e a produtividade de equilíbrio (ProdE) sejam baixos, assim, o preço e a produtividade necessários para cobrir os gastos de produção serão menores. Com isso, verifica-se que os melhores tratamentos para o preço de equilíbrio foram o inoculado com *Azospirillum* sem adubação nitrogenada (R\$ 38,67), e o não inoculado com *Azospirillum* e dose de 30 kg ha⁻¹ (R\$ 36,26).

Os resultados obtidos para ProdE mostram que os tratamentos sem adubação nitrogenada exigem uma menor produtividade (39 sacas) para que o custo de produção seja pago. O maior ProdE ocorreu no tratamento não inoculado, com a dose de 90 kg ha⁻¹ de N.

CONCLUSÃO

- O custo de produção aumenta na medida em que se aumenta as doses de nitrogênio aplicado em cobertura;
- O tratamento mais viável economicamente é o inoculado com *Azospirillum brasilense*, sem adubação nitrogenada de cobertura;
- A inoculação de semente com *Azospirillum brasilense* pode ser uma boa alternativa para reduzir a quantidade de adubos nitrogenados aplicados, e consequentemente o custo de produção.

AGRADECIMENTOS

À Fapesp pelo financiamento do projeto e concessão de bolsa de iniciação científica para a primeira autora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. Anuário da agricultura brasileira. Informa ecobomics. South america. 2015.

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J. L. Manual da cultura do arroz. Jaboticabal, FUNEP, 2006. 589p.

GERLACH, G. A. X. Consórcio entre milho e leguminosas, produção de palha e manejo do nitrogênio no feijão “de inverno” em região com verão chuvoso e inverno seco. Unesp (Dissertação de mestrado em Sistemas de Produção). 2014.

HUNGRIA, M. et al. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v.331, n. 1-2, p.413-425, 2010.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA-IEA (2014) **Banco de dados**. Disponível em: < http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/precos_medios.aspx?cod_sis=2> Acesso em: 25 maio 2015.

MARTIN N. B., et al. Sistema integrado de custos agropecuários “Custragri”. **Informações Econômicas**, v.28, n.1, p.7-28. 1998.

MATSUNAGA M., et al. Metodologia de custo utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, v.23, n.1, p.123-139. 1976.

REIS, V. M. Uso de bactérias fixadoras de nitrogênio como inoculante para aplicação em gramíneas. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 2007. 22p. (Documentos, 232)

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

SILVA, C. M. M. de S.; FAY, E. F. (Ed.). Agrotóxicos e ambiente. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 400 p.

STURZ, A. V.; NOWAK, J. Endophytic communities of rhizobacteria and the strategies required to create yield enhancing associations with crops. **Applied Soil Ecology**, v.15, n. 2, p. 183-190, 2000.

CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DO ARROZ CACHINHO NA REGIÃO DE SENTINELA DO SUL, RS.

José Alberto Petrini¹; Paulo R. R. Fagundes²; Ariano Martins de Magalhães Jr.³; Isabel H. V. Azambuja⁴; Daniel F. Franco⁵; Cley D. Nunes⁶; Taciana M. Graminho⁷; Nelson J. Resch⁸.

Palavras-chave: socioeconomia, agricultura familiar, sustentabilidade, tipo especial de arroz irrigado, *Oryza sativa*.

INTRODUÇÃO

Sentinela do Sul situa-se no Rio Grande do Sul e possui uma área de 282,56 Km², com clima predominante do tipo tropical temperado, apresentando temperaturas que variam entre 8 e 35Cº. Faz parte da Bacia hidrográfica do Rio Camaquã e a economia é sustentada pela indústria de cerâmicas e pela atividade agrícola, que tem como base, o plantio e processamento de fumo, o arroz e a pecuária. Nas áreas de várzea da região, o arroz, juntamente com o gado de corte tem significativa participação na geração de renda agrícola. Este trabalho teve início no ano de 2009, quando foi efetuado um levantamento para ver qual o produto que melhor representava o perfil da agricultura no município. A Prefeitura Municipal, através do departamento do Meio Ambiente buscou uma parceria com Embrapa Clima Temperado, localizada em Pelotas-RS, a qual, em conjunto com a Emater e a Associação de Produtores de Arroz Cachinho de Sentinela do Sul - APACSS, afim de caracterizar o perfil socioeconômico e ambiental desta microrregião do Rio Grande do Sul. Este trabalho objetivou caracterizar o(s) sistema(s) de produção a fim de desenvolver o cultivo do arroz cachinho, sobretudo em pequenas propriedades, bem como estimular os produtores para a necessidade de adoção de práticas de manejo que proporcionem maiores produtividades com o uso racional de insumos visando a melhor qualidade ambiental.

No município de Sentinela do Sul, 47% das propriedades rurais são formadas por áreas de 50 a 100 hectares (IBGE, 2012). Nestas propriedades, em média, cada produtor cultiva de dois a seis hectares de arroz cachinho.

O arroz denominado "cachinho", também conhecido como "cateto" ou "japônico" se caracteriza pelo tipo de grão arredondado e baixo teor de amilose o que lhe confere um cozimento fácil e glutinoso. É uma cultivar de ciclo médio ou tardio, baixo índice de afilamento, folhas longas pendentes e pilosas, arquitetura tradicional, altura superior a 105 cm, (MAGALHÃES, JR., 2014). A produção do arroz cachinho na região ocorre no sistema de cultivo de arroz pré-germinado e conserva algumas características peculiares e bem definidas, mantendo práticas e processos agrícolas tradicionais, tração animal, cultivares antigas ou crioulas, manejo natural de pragas, colheita manual e armazenamento na lavoura em forma de "meda", caracterizando um sistema de base ecológica, em pequenas propriedades de natureza familiar, sendo uma atividade que apresenta elevado potencial para assegurar renda aos agricultores. Somado ao aspecto econômico, a produção de tipos especiais de arroz no sistema de base ecológica, está diretamente associada à sustentabilidade da orizicultura e à segurança alimentar, social e ambiental, considerando-se a possibilidade de redução ou eliminação de insumos químicos sintéticos como agrotóxicos e fertilizantes nitrogenados e promovendo o uso racional de insumos naturais

¹ Pesquisadores da Embrapa Clima Temperado, Pelotas RS. e-mail: jose.petrini@embrapa.br

^{2,3,4,5,6} Pesquisadores da Embrapa Clima Temperado, Pelotas RS.

⁷ Eng. Agrônoma - Escritório da Emater de Sentinela do Sul, RS.

⁸ Técnico Agrícola - Escritório da Emater de Sentinela do Sul, RS.

como a água e o solo. A produção deste tipo de arroz visa suprir o mercado regional formado por consumidores locais e por turistas atraídos pela qualidade do produto. A médio e longo prazo destina-se a abastecer uma demanda dos consumidores orientais e descendentes que vivem no Brasil. Ambas as situações demandarão um arroz que possua um atestado que certifique a origem e a forma pela qual foi produzido.

MATERIAL E MÉTODOS

Na safra 2010/2011, a Emater e a Associação dos Produtores do Arroz Cachinho de Sentinela do Sul-RS, efetuaram o levantamento de dados junto aos produtores a fim de possibilitar a caracterização dos sistemas de produção utilizados.

Para esta caracterização realizou-se um diagnóstico de indicadores de produtividade contemplando, desde o preparo do solo à colheita, nos 64,8 hectares cultivados com o arroz cachinho envolvendo a participação de 21 propriedades de produtores da região de Sentinela do Sul. Destas, duas propriedades foram selecionadas como referência da região as quais geraram a caracterização de dois modelos de produção: **1-** sistema de produção agroecológico do arroz cachinho onde foram agrupadas as propriedades que utilizaram baixas quantidades de agroquímicos (adubação de base - NPK abaixo de 150 kg/ha; Nitrogênio em cobertura abaixo de 50 kg/ha e defensivos abaixo da recomendação técnica da pesquisa para o controle de pragas), e **2-** sistema de produção onde foram agrupadas as propriedades que se aproximam das recomendações técnicas da pesquisa, envolvendo maior quantidade de agroquímicos para as práticas de manejo da cultura na região de Sentinela do Sul (adubação de base - NPK acima de 150 kg/ha; N em cobertura acima de 50 kg/ha e defensivos com doses recomendadas para o controle de pragas).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a sistematização dos dados foi possível inferir as seguintes informações:

No sistema de transição para a produção de arroz agroecológico (**sistema 1**) constatou-se que a adubação de base (NPK) foi abaixo de 150 kg/ha, em 12 propriedades (31,4 ha) e 48,5 % da área total cultivada ; o uso de Nitrogênio em cobertura foi abaixo de 50 kg/ha em 18 propriedades (53,6 ha) e 85,7 % da área total. O uso de defensivos para controle das plantas daninhas e insetos foi abaixo da recomendação técnica da pesquisa, o que representou 02 propriedades (6,6 hectares) e 9,0 % da área total cultivada.

O modelo da propriedade do produtor que representam o grupo de produtores focados na transição de cultivo do arroz agroecológico (**sistema 1**) apresentou as seguintes características: trata-se de uma propriedade no contexto da agricultura familiar, com área total de 68,3 ha, com bom condicionamento ambiental, localizada no extremo sul do município de Sentinela do Sul, no Litoral Sul-Rio-Grandense, à oeste da Lagoa dos Patos. Em termos de uso da terra, destacam-se as áreas florestais (21,4 ha), seguidas pela rizicultura (17,3 ha) e pelas pastagens, que são aproveitadas para criação de gado (14,1 ha), o que corresponde a 77,4% da área total da propriedade. O pousio foi inserido como rizicultura, por se tratar de área pretérita com baixo rendimento. O restante são ocupados pelos corpos de água (12,9 ha) e pela infraestrutura, que inclui os caminhos, galpões e a residência familiar. (2,6 ha). Próximo da casa da família há um pequeno pomar com bananas e citros, insignificante em termos de área. Com relação ao relevo, as áreas baixas da propriedade são utilizadas para reserva, rizicultura e piscicultura. Já as áreas altas, apresentam predomínio de florestas e pastagens. A rizicultura, piscicultura e a pecuária são as principais atividades no contexto da propriedade. O cultivo do arroz é feito visando maximizar o uso racional de insumos naturais, como o solo e a água e mitigar os insumos químicos, como a adubação nitrogenada e agrotóxicos, principalmente os herbicidas, levando em conta, sempre que possível, os preceitos da transição agroecológica.

De acordo com os dados coletados pela Emater de Sentinela do Sul, o manejo da

cultura do arroz cachinho nesta propriedade apresentou as seguintes características: Na área, o preparo do solo é feito utilizando a piscicultura, portanto, não é mecanizado; a semeadura ocorre entre 20 de outubro e 15 de novembro, em função da despesca; a densidade de semeadura é de 100 a 200 kg/ha de sementes pré-germinadas variando em função da qualidade da semente (NUNES et al. 2014); não faz adubação de base em área da rizipiscicultura. A produtividade média é de 4.500 kg/ha; e encontra problemas quanto ao manejo da água, germinação de arroz espontâneo da safra anterior, ocorrência da doença "carvão" nos grãos, mas sem danos econômicos, e baixa qualidade de germinação da semente usada.

No sistema de produção que usa mais as tecnologias que estão recomendadas e disponibilizadas pela pesquisa (SOSBAI, 2012), **(sistema 2)** constatou-se que o uso da adubação de base (NPK) foi acima de 150 kg/ha e ocorreu em 09 propriedades (33,4 ha) e 51,5 % da área total cultivada; o uso de Nitrogênio em cobertura foi acima de 50 kg/ha e ocorreu em 03 propriedades (8,5 ha) e 14,3 % da área total. Quanto aos defensivos usados para o controle de pragas, conforme as doses recomendadas pela pesquisa, constatou-se a ocorrência em 19 propriedades (58,2 ha) representando 91,0 % da área total cultivada com arroz cachinho.

No produtor que representou o grupo que utiliza tecnologias recomendadas pela pesquisa **(sistema 2)** a propriedade apresentou as seguintes características: área de aproximadamente 40 ha, administrada pela família, localizada ao Norte do município de Sentinela do Sul, próximo da divisa com os municípios de Sertão Santana e Barra do Ribeiro. A pecuária ocupa o primeiro lugar em área (18,68 ha), seguida da orizicultura (15,29 ha), onde a soma de ambas atividades representa 85,3% do total da propriedade. Em menor escala aparecem as florestas (0,91 ha) e a agricultura de subsistência (0,13 ha). O restante da área é ocupada pelos corpos de água (4,62 ha) e pela infra-estrutura (0,19 ha). A pecuária e a orizicultura são as principais fontes de renda no contexto rural. A atividade orizícola esta associada com as áreas baixas da propriedade onde se utiliza os sistemas de cultivo convencional e de arroz pré-germinado com o uso intensivo de insumos, tanto químicos como naturais, porém sempre procurando obedecer as recomendações técnicas para as distintas atividades. A lavoura apresenta, principalmente, problemas de controle de insetos-praga (bicheira da raiz e broca do colmo).

Os dados fornecidos pela Emater de Sentinela do Sul sobre o manejo da cultura do arroz cachinho nesta propriedade apresentou as seguintes características:

Semeadura entre final de outubro e primeira semana de novembro; densidade de semeadura de 140 a 200 kg/ de sementes pré-germinadas; adubação de base (N-P-K) a partir de 150 kg/ha; adubação de cobertura com uréia (N) a partir de 100 kg/ha; utiliza herbicidas diversos para controle de plantas daninhas e produtividade que varia entre 1.500 e 4.000 kg/ha. Quanto aos problemas, encontrou ocorrência de falhas na granação e pragas como a bicheira da raiz e broca do colmo.

Considerando todos os produtores do arroz cachinho na região de Sentinela do Sul neste diagnóstico, foi possível inferir as seguintes considerações:

A área total cultivada com arroz cachinho foi de 64,8 hectares representando 21 produtores. Destes, 23,8 % dos produtores (21,0 ha) realizaram a semeadura entre 10 e 15 de outubro; utilizaram a média de 183 kg de sementes/ha (entre 140 e 200 kg/ha) e obtiveram a produtividade média de 3.940 kg/ha, variando de 2.000 a 6.650 kg/ha.

Do total de produtores, 19,0 % (9,5 ha) realizaram a semeadura entre 20 e 30 de outubro; utilizaram a média de 162 kg de sementes / hectare (entre 109 e 220 kg/ha) e obtiveram a produtividade média de 5.175 kg / hectare, variando de 3.250 a 6.650 kg/ha.

14,4 % dos produtores perfazem 5,3 ha e realizaram a semeadura entre 07 e 15 de novembro; utilizaram a média de 156 kg de sementes / hectare (entre 146 e 165 kg/ha) e obtiveram a produtividade média de 3.717 kg / hectare, variando de 2.650 a 5.800 kg/ha.

23,8 % dos produtores perfazem 21,4 ha e realizaram a semeadura entre 16 a 20 de novembro; utilizaram a média de 158 kg de sementes / hectare (entre 125 e 208 kg/ha) e obtiveram a produtividade média de 4.380 kg / hectare, variando de 1.900 a 5.700 kg/ha.

9.5 % dos produtores perfazem 9.5 ha e realizaram a semeadura entre 01 e 10 de dezembro; utilizaram a média de 162 kg de sementes / hectare (entre 100 e 200 kg/ha) e obtiveram a produtividade média de 4.138 kg / hectare, variando de 2.250 a 6.000 kg/ha.

É interessante destacar que dos 21 produtores que cultivaram o arroz cachinho no município de Sentinela do Sul, 08 atingiram a produtividade acima de 5.000 kg/hectare, e destes apenas 04 obtiveram produtividade superior a 6.650 kg/hectare. Considerando os oito produtores, observou-se que: 01 realizou a semeadura entre 10 e 15 de outubro; 02 entre 20 e 30 de outubro; 01 entre 07 e 15 de novembro; 03 entre 16 e 20 de novembro e 01 produtor entre 01 e 10 de dezembro.

Os demais 13 produtores atingiram produtividades que variaram de 1.900 a 5.000 kg/ha. Para estes produtores, seria importante a interferência técnica para avaliar práticas de manejo (preparo do solo, época de semeadura, quantidade de sementes/ha, níveis de adubação de base e de cobertura, uso de defensivos para controle de pragas e manejo da água de irrigação) mais adaptadas e adequadas para manter e aumentar a produtividade buscando a redução de insumos químicos sintéticos promovendo o uso racional dos recursos naturais como a água e o solo.

CONCLUSÃO

Este diagnóstico permitiu inferir que existem dois sistemas de produção do arroz cachinho com práticas de manejo diferenciadas na região de Sentinela do Sul-RS;

É importante e necessária realizar orientações técnicas aos produtores para melhorar a produtividade de grãos utilizando o manejo racional de insumos, solo e água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MAGALHÃES JR. A .M. de; FAGUNDES, P. R. R.; FRANCO, D. F.; PETRINI, J. A.; NUNES, C. D. M.; AZAMBUJA, I. V.; CARDOSO, E. T. **Resgate e Purificação de Arroz do Tipo "Cachinho" em propriedades familiares.** Comunicado Técnico 314. Embrapa Clima Temperado. Agosto, 2014. Pelotas, RS.

NUNES, C. D. M.; FAGUNDES, P. R. R.; MAGALHÃES JR. A .M. de; PETRINI, J. A.; FRANCO, D. F.; FERREIRA, E. **Padrão de sanidade das sementes das cultivares BRS Pampa e Cachinho em Sentinela do Sul, RS - Safra 2012/2013.** Comunicado Técnico 315. Embrapa Clima Temperado. Novembro, 2014. Pelotas, RS.

SOSBAI - SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado- Recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil.** Santa Maria: SOSBAI/REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 2013. 1122p.

DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA E INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasilense* EM ARROZ IRRIGADO POR ASPERSÃO: ANÁLISE ECONÔMICA

Flávia Constantino Meirelles¹; Maria Aparecida Anselmo Tarsitano², Orivaldo Arf²; Alex Rangel Gonzaga³, Douglas de Castilho Gitti⁴, Michelle Traete Sabundjian⁵

Palavras-chave: bactérias diazotróficas, sistema de plantio direto, cerrado.

INTRODUÇÃO

O arroz é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, sendo o principal alimento para mais da metade da população mundial. Possui significativa importância em países em desenvolvimento, desempenhando função estratégica em níveis econômicos e sociais (WALTER et al., 2008). No Brasil, sua produção anual estimada para a safra 2014/15, segundo levantamento da CONAB (2015) se dá em 12.399,5 mil toneladas.

Dentre as tecnologias envolvidas no processo produtivo para o arroz em terras altas, se encontra o sistema de plantio direto, cujo sistema se dá pela mobilização do solo apenas na linha de semeadura e na manutenção da palhada na superfície do solo, sendo uma opção sustentável de produção de arroz de terras altas. A adoção desta prática propicia a alteração da dinâmica da matéria orgânica e da atividade biológica do solo, principalmente pela manutenção do solo, que se encontra coberta pela palhada. As taxas de decomposição dos resíduos são menores quando mantidos na superfície do solo do que quando incorporados (BORTOLUZZI, 2000). Em solos sob sistema de plantio direto pode ocorrer menor disponibilidade de nitrogênio (N) para as plantas devido a uma maior imobilização microbiana deste nutriente (HEINRICHS, 2001).

Assim, estudos têm sido realizados visando aumentar a produtividade da cultura pelo manejo de nutrientes, sobretudo do nitrogênio, e bactérias promotoras de enraizamento como *Azospirillum brasilense*, bactérias em que ao se associar-se a gramíneas podem contribuir com o fornecimento de parte das necessidades das plantas por este nutriente. O gênero *Azospirillum* também sintetiza hormônios, como a auxina, que estimula o crescimento da parte aérea e do sistema radicular de várias gramíneas, entre elas o arroz (RADWAN et al., 2004).

O objetivo do presente trabalho foi verificar a viabilidade econômica da inoculação com *Azospirillum brasilense* nas sementes de arroz de terras altas, combinada com diferentes doses de nitrogênio em cobertura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no município de Selvíria (MS), durante o ano agrícola 2012/13, em área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP – Campus de Ilha Solteira (20° 20' 53" S, 51° 24' 02" W e 335 m de altitude). O solo local é do tipo Latossolo Vermelho distrófico argiloso (SANTOS et al., 2013). A precipitação média anual é de 1.370 mm, a temperatura média anual é de 23,5 °C e a umidade relativa do ar entre 70 e 80% (média anual).

O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso disposto em esquema fatorial 4x2, com os tratamentos constituídos pela combinação de doses de N em cobertura (0; 40; 80 e 120 kg ha⁻¹) e inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* (presença e ausência).

¹ Graduanda em Agronomia, UNESP – Ilha Solteira, Avenida Brasil, 56, Ilha Solteira – SP, flavia.meirelles1905@gmail.com

² Docentes, UNESP – Ilha Solteira

³ Graduado em Engenharia Agrônômica, UNESP – Ilha Solteira

⁴ Pesquisador, Fundação MS

⁵ Doutoranda, UNESP – Ilha Solteira

Como fonte nitrogenada, foi utilizada a uréia e como inoculante utilizou-se produto turfoso (estirpes AbV₅ e AbV₆) na dose de 100 g do produto comercial para cada 25 kg de sementes.

O espaçamento entrelinhas foi de 0,35 m e a densidade de semeadura foi de 80 kg ha⁻¹, com parcelas formadas por cinco linhas de seis metros de comprimento. A área útil foi constituída pelas três linhas centrais, considerando as linhas laterais como bordadura. Foi utilizado o cultivar IAC 202 de arroz de terras altas recomendado para região. As sementes foram tratadas pouco antes da semeadura com inseticida fipronil (50 g ha⁻¹ do i.a.) visando o controle de pragas de solo. Após a secagem do inseticida nas sementes foi realizada a inoculação com *Azospirillum brasilense*, seguindo-se a semeadura em solo com boa umidade.

A adubação básica nos sulcos de semeadura foi realizada utilizando-se 250 kg ha⁻¹ da formulação 04-30-10, calculada levando-se em consideração as características químicas do solo e a faixa de produtividade esperada. A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada aos 23 dias após a emergência (DAE) das plantas e logo após a aplicação a área foi irrigada para evitar perdas de N por volatilização. Foram utilizados herbicidas em pré-emergência (pendimethalin, 1.400 g ha⁻¹ do i.a.) e em pós-emergência (metsulfuron-metil, 2 g ha⁻¹ do i.a.) aplicados em 20 de novembro de 2012 e 2,4 D (867 g ha⁻¹ do i.a.) no dia 2 de janeiro de 2013. Foram feitas duas aplicações de trifloxystrobina+tebuconazol (225 g ha⁻¹ do i.a.), sendo a primeira no dia primeiro de fevereiro de 2013 e a segunda no dia 16 de fevereiro de 2013 com o objetivo de prevenir possível ocorrência de brusone.

A área de cultivo foi irrigada por sistema fixo de irrigação por aspersão e no manejo de água da cultura foram utilizados três coeficientes de cultura (Kc). Para a fase vegetativa foi utilizado o valor de 0,4; para a fase reprodutiva dois coeficientes de cultura, o inicial de 0,70 e o final de 1,00 e para a fase de maturação estes valores foram invertidos, ou seja, o inicial de 1,00 e o final de 0,70.

A colheita foi realizada manualmente quando as plantas de arroz apresentaram 90% das panículas maduras com coloração típica do cultivar.

O método para análise econômica seguiu o modelo utilizado pelo Instituto de Economia Agrícola, proposto por Matsunaga et al. (1976). Foi considerado como custo operacional efetivo (COE) as despesas com operações mecanizadas e os insumos. Acrescentado ao COE outras despesas e o juro de custeio obteve-se o custo operacional total (COT).

Para calcular os custos das operações mecanizadas foram feitos levantamentos de coeficientes técnicos e multiplicados pelo valor apresentado no Agrianual (2015). Para os custos com insumos foram utilizados os preços médios da região e para outras despesas foi utilizado 5% do COE.

A metodologia de Martin et al. (1998) foi utilizada para obter os indicadores de lucratividade. A receita bruta foi calculada considerando a quantidade de arroz em casca produzido e o preço médio deflacionado (R\$44,16) da saca dos últimos cinco anos (maio de 2010 a maio de 2015) (IEA, 2015). O lucro operacional (LO) foi obtido pela diferença da receita bruta e o custo operacional total e o índice de lucratividade, expresso em porcentagem, foi obtido pela divisão do lucro operacional pela receita bruta. O preço de equilíbrio é a relação entre o custo operacional total e a produtividade média obtida pelo produtor e a produtividade de equilíbrio é a relação entre o custo operacional total e o preço médio recebido pelo produtor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O COT é maior a medida que se aumenta a dose de uréia, com valores mais elevados quando na presença de inoculação com *Azospirillum brasilense* (Tabela 1). Para a produtividade e para a receita bruta verificou-se que para os tratamentos com e sem inoculação na semente com *A. brasilense*, nas doses de 40 e 120 kg de N ha⁻¹ encontram-se os maiores valores, sem e com inoculação respectivamente, os menores valores foram obtidos nas doses de 80 kg de N ha⁻¹, independentemente da inoculação.

A maior porcentagem do custo operacional total foi devido aos insumos utilizados, concordando com Embrapa (2009) onde se verificou os maiores custos com insumos, em arroz de terras altas, tanto para áreas novas quanto para áreas em sucessão de forrageiras ou soja.

Tabela 1. Custo operacional total (COT), produtividade e receita bruta por hectare para arroz de terras altas com diferentes doses de nitrogênio e inoculação de *A. brasilense*. Selvíria, MS. Safra 2012/13.

Tratamentos	Doses (kg ha ⁻¹)	COT (R\$)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Receita bruta (R\$)
Sem inoculação	0	1.759,20	3.798	2.759,20
	40	1.823,79	4.205	3.094,88
	80	1.888,39	3.587	2.640,03
	120	1.952,98	4.117	3.030,11
Com inoculação	0	1.786,08	3.748	2.758,53
	40	1.850,67	4.144	3.049,98
	80	1.915,27	3.501	2.576,74
	120	1.979,86	4.208	3.097,09

Os valores de lucro operacional foram menores nos tratamentos com dose de 80 kg ha⁻¹ de N (R\$ 751,64 e R\$ 661,47), sem e com inoculação respectivamente, quando comparados aos demais tratamentos, que apresentaram valores de lucro operacional acima de R\$ 1.000,00 (Tabela 2). O maior valor foi obtido quando se aplicou 40 kg ha⁻¹ de N, (R\$ 1.271,09) sem inoculação e com inoculação R\$ 1.199,31.

Em relação ao índice de lucratividade observou-se que nos tratamentos com a dose de 40 kg de N ha⁻¹, sem e com inoculação de *A. brasilense*, as porcentagens foram maiores (41% e 39%, respectivamente) que os demais tratamentos, sendo os menores valores constatados para os tratamentos na dose de 80 kg ha⁻¹ de N, com e sem inoculação.

Tabela 2. Lucro operacional (LO), índice de lucratividade (IL), preço de equilíbrio (PE), produtividade de equilíbrio (ProdE) por hectare para arroz de terras altas com diferentes doses de nitrogênio e inoculação de *A. brasilense*. Selvíria, MS. Safra 2012/13.

Tratamentos	Doses (kg ha ⁻¹)	LO (R\$)	IL (%)	PE (R\$)	ProdE (sacas)
Sem inoculação	0	1.036,13	37	27,79	40
	40	1.271,09	41	26,02	41
	80	751,64	28	31,59	43
	120	1.077,13	36	28,46	44
Com inoculação	0	972,45	35	28,59	40
	40	1.199,31	39	26,80	42
	80	661,47	26	32,82	43
	120	1.117,22	36	28,23	45

Os dados obtidos para o preço de equilíbrio, ou seja, o preço mínimo necessário que o produtor precisa receber para cobrir os custos, permitem verificar que os menores valores se encontram nos tratamentos com adubação nitrogenada na dose de 40 kg de N ha⁻¹ (R\$26,02 (sem) e R\$26,80 (com) por saca de 60 kg). Os maiores valores se encontram nos tratamentos com adubação nitrogenada na dose de 80 kg ha⁻¹, tanto sem quanto com

inoculação. As produtividades de equilíbrio (produção necessária para cobrir os custos), nos tratamentos com dose 0 kg de N ha⁻¹, foram as menores, enquanto os maiores valores são encontrados nos tratamentos com adubação nitrogenada na dose de 120 kg ha⁻¹.

CONCLUSÃO

A produtividade foi maior na dose de 40 kg de N ha⁻¹, sendo este o tratamento mais rentável ao produtor.

Já o tratamento na dose de 80 kg de N ha⁻¹ não é recomendado devido à menor produtividade e lucro operacional.

AGRADECIMENTOS

À Fapesp pelo financiamento do projeto e concessão de bolsa de iniciação científica para a primeira autora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA (**AGRIANUAL**). Informa economics/FNP, 2015.
- BORTOLUZZI, E. C., ELTZ, F.L.F. Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.02, p.449-457, 2000.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos 8º levantamento**, maio 2015. Brasília: CONAB, p. 63, 2015. Disponível em <www.conab.com.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_05_12_08_59_36_boletim_graos_mai_2015.pdf> Acesso em: 26 maio 2015.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Embrapa Arroz e Feijão**. Informações técnicas sobre o arroz de terras altas: Estados de Mato Grosso e Rondônia safra 2007/2008, Santo Antônio de Goiás, 84p., 2007.
- HEINRICHS, R., et al. Cultivo consorciado de aveia e ervilhaca: relação C/N da fitomassa e produtividade do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.02, p.331-340, 2001.
- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA-IEA (2014) **Banco de dados**. Disponível em: <http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/precos_medios.aspx?cod_sis=2> Acesso em: 25 maio 2015.
- MARTIN N. B., et al. Sistema integrado de custos agropecuários "Custragni". **Informações Econômicas**, v.28, n.1, p.7-28. 1998.
- MATSUNAGA M., et al. Metodologia de custo utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, v.23, n.1, p.123-139. 1976.
- RADWAN, T.E.E., et al. Efeito da inoculação de *Azospirillum* e *Herbaspirillum* na produção de compostos indólicos em plântulas de milho e arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 987-994, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2004001000006&script=sci_arttext>. Acesso em: 27 maio.2015.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B.; **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. Ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.
- WALTER, M., et al. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 1184-1192, jul 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v38n4/a49v38n4.pdf>> Acesso em: 26 maio 2015.

MARGENS DE COMERCIALIZAÇÃO NO MERCADO DE ARROZ EM SÃO PAULO, 05/2010 A 05/2015

Alcido Elenor Wander¹; Cleyzer Adrian da Cunha²

Palavras-chave: equidade, cadeia produtiva

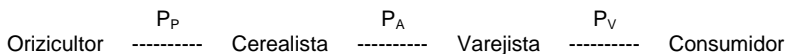
INTRODUÇÃO

O arroz é um dos grãos de maior importância socioeconômica para o país, considerando não apenas a sua produção, beneficiamento e distribuição, mas, sobretudo, o seu consumo, por ser um elemento básico da dieta da população brasileira. Trata-se, portanto, de um produto que o país precisará continuar produzindo a fim de suprir a demanda interna por alimentos.

Em um estudo sobre a sustentabilidade econômica da cultura do arroz no Brasil, Wander e Silva (2014) concluíram que: (a) os preços nacionais e internacionais do arroz tem oscilado consideravelmente a partir de 2008; (b) os custos de produção aumentaram de 2006/2007 até 2009/2010, e diminuíram em 2010/2011 e 2011/2012; (c) a rentabilidade do arroz de terras altas foi positiva em todo o período analisado, enquanto que no arroz irrigado, a rentabilidade também foi positiva no período, exceto para a safra 2010/2011, quando os preços muito baixos colocaram em risco a sustentabilidade econômica da cultura; e (d) as políticas públicas vigentes para o setor arrozeiro no Brasil atendem, parcialmente, aos anseios do setor. Segundo os autores, existem aspectos relacionados aos custos de produção e comercialização, que podem prejudicar a competitividade de longo prazo da cadeia do arroz.

Na comercialização, a formação de preços nacionais para o arroz possui estreita relação com o que ocorre com a produção do arroz nos países do Mercosul, principalmente, Uruguai e Argentina. Além das oscilações que normalmente ocorrem neste mercado, as importações de arroz oriundas, principalmente, do Uruguai e da Argentina, em anos de grandes safras internas tem gerado pressão adicional sobre os preços internos.

De forma simplificada, pode-se demonstrar a cadeia produtiva do arroz no Brasil da seguinte forma:



Onde:

P_P = o preço que o orizicultor recebe do cerealista (mercado ao produtor)

P_A = o preço que o cerealista recebe do varejista (mercado de atacado)

P_V = o preço que o varejista recebe do consumidor (mercado de varejo)

Normalmente, $P_P < P_A < P_V$.

A margem de comercialização representa a diferença entre os preços praticados nos diferentes níveis do sistema de comercialização da cadeia produtiva do arroz. Em uma cadeia equilibrada, a margem de cada agente da cadeia deve refletir os custos de comercialização e a porção relativa ao seu lucro.

Conforme demonstrado por Adami e Miranda (2011), os preços vigentes no Rio Grande do Sul afetam os preços nos demais estados produtores. Esta influência dos preços praticados em uma região sobre os preços vigentes em outra região é chamada de

¹ Doutor em Ciências Agrárias (Concentração: Economia Agrícola), Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, Km 12, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO, alcido.wander@embrapa.br.

² Doutor em Economia Aplicada, Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Econômicas da Universidade Federal de Goiás (UFG).

transmissão horizontal de preços. Ela ocorre porque os mercados são, de alguma forma, interligados. Porém o grau de interligação e influência varia de um produto para outro e entre regiões.

Também existe a influência dos preços do arroz praticado em um nível da cadeia sobre os preços praticados nos demais níveis da cadeia. É a chamada transmissão vertical, porque ocorre ao longo da cadeia produtiva. A transmissão vertical ocorre nos diversos níveis ao longo da cadeia. Arêdes (2010) demonstrou que a transmissão vertical também ocorre no mercado de São Paulo, porém apresenta alguma defasagem para chegar aos produtores.

Uma das formas de se analisar se uma cadeia está funcionando de forma a remunerar adequadamente os seus vários agentes, a fim de assegurar a sustentabilidade do sistema de comercialização no longo prazo, é a análise das margens de comercialização.

Nesta ótica, Santiago e Wander (2011) demonstraram que na cadeia produtiva do arroz em Goiás, a distribuição de ganhos ao longo da cadeia não é equitativa, de forma que, por exemplo, quedas de preço ao produtor podem ser absorvidas pela indústria, que não repassa as mesmas na sua totalidade ao varejo.

Analisando as margens de comercialização do arroz gaúcho no mercado de São Paulo a partir do início do Plano Real, Zanin e Bacchi (2012) concluíram que variações de preços do arroz partiram predominantemente do setor varejista. Martins et al. (2002) já haviam demonstrado que a margem de comercialização do varejo havia apresentado rigidez maior do que a verificada nos preços observados nos demais níveis de mercado. Ambos os trabalhos apontam para uma participação maior do varejo no preço final pago pelos consumidores a partir da introdução do Plano Real.

Assim, considerando os fenômenos observados nos mercados principais mercados, o presente trabalho buscou analisar a comercialização do arroz entre 05/2010 e 05/2015 sob a ótica das margens de comercialização nos níveis de produtor, atacado e varejo, em São Paulo. Pretende-se, assim, demonstrar a participação dos diferentes agentes no valor adicionado ao produto arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

Fonte dos dados

Os dados utilizados basearam-se numa amostra de dados secundários obtidos junto ao Instituto de Economia Agrícola (IEA) do Estado de São Paulo. Utilizou-se uma amostra de 36 meses, referentes ao período de maio de 2010 a maio de 2015. Os dados coletados foram: preço médio mensal recebido pelos produtores, preço médio mensal de atacado e preço médio mensal de varejo. Todos os preços são nominais, se referem ao mercado de São Paulo e foram convertidos para equivalente a R\$/kg de arroz beneficiado.

Método de análise

As margens de comercialização correspondem às diferenças de preços de um nível de mercado a outro. Estas foram analisadas sob o aspecto de: margens absolutas de comercialização que é a diferença em valores absolutos dos preços comercializados entre os níveis de mercado; margens relativas de comercialização, que se referem à relação percentual entre a diferença de preços praticados no mercado em questão e o preço vigente em nível de varejo.

O modelo de tendência irá indicar se as margens de comercialização estão tendo uma tendência crescente ou decrescente nos últimos três anos. Para a verificação da tendência das margens de comercialização, utilizou-se o modelo de regressão descrito por Brandt (1980).

Para estimar possíveis tendências nas margens de comercialização, foi estimada a equação:

$$PV = 0.003456 + 0.369497 PA + 0.143172 PP \\ (0.716477)^{ns} \quad (3.055696)^* \quad (1.566216)^{ns}$$

ns= Não significativo; * = significativo a 1%, em parênteses a estatística t
 $R^2 = 0.362275$; $DW = 2.461925$; Estatística F = 9.089200

Descrição das variáveis:

PV = $D(\text{LOG}(\text{VAREJO}))$; PA = $D(\text{LOG}(\text{ATACADO}))$; PP = $D(\text{LOG}(\text{PRODUTOR}))$.

Utilizou-se um modelo de regressão utilizando o método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Para tanto, utilizou-se séries temporais, onde o preço de varejo é posto como variável dependente e os preços ao produtor e de atacado e o tempo, como variáveis independentes (explicativas).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme pode ser visualizado na Figura 1a, as margens absolutas de produtores, atacado e varejo passaram por um aumento absoluto entre meados de 2011 até final de 2012. A partir de dezembro de 2012 iniciou-se uma queda das margens absolutas, nos três níveis de mercado da cadeia produtiva do arroz na cidade de São Paulo. A partir de 2014 houve uma retomada das margens absolutas nos três níveis de mercado em São Paulo.

Observando-se as margens relativas ao longo dos últimos três anos (Figura 1b) percebe-se uma estabilidade da participação relativa de produtores (20%), atacado (58%) e varejo (22%). A pouca variação das margens relativas demonstra estabilidade na cadeia do arroz no período estudado, ou seja, as relações entre os agentes demonstram consolidação da cadeia produtiva. Além disso, chama a atenção o desbalanço da distribuição das margens relativas entre produtor, atacadista e varejista: em São Paulo, a cada R\$ 1,00 gasto pelo consumidor na aquisição de arroz, R\$ 0,20 (20%) vai para o orizicultor, R\$ 0,58 (58%) vai para o cerealista/indústria e R\$ 0,22 (22%) vai para o varejista.

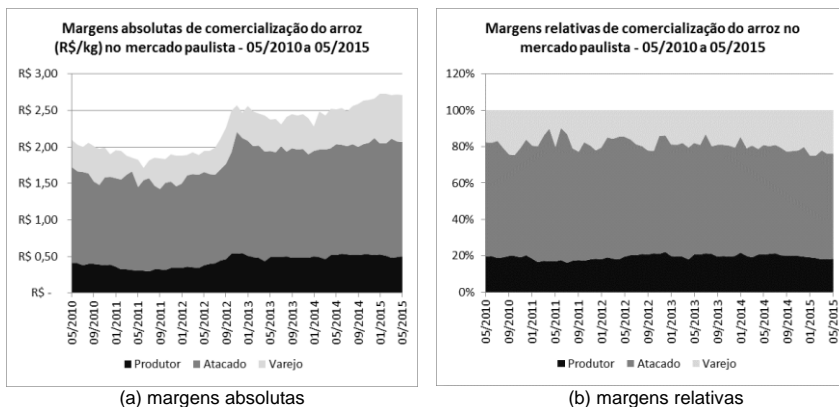


Figura 1. Margens absolutas de comercialização de arroz do produtor, do atacado e do varejo no mercado de São Paulo, de 05/2010 a 05/2015.

O que chama a atenção é que a margem relativa do atacado se mantém em um patamar que é equivalente ao triplo da participação de produtores e do varejo. Não é a intenção, no presente trabalho, identificar as razões para a magnitude absoluta ou relativa das margens de comercialização de cada agente da cadeia.

Considerando que o modelo estimado é o log-log, os coeficientes estimados são as elasticidades de transmissão de preço para o varejo. Sabe-se que antes de estimar o modelo de regressão, deve-se analisar a estacionariedade das séries, pois as mesmas devem-se

apresentar estacionárias, ou seja, a média e a variância devem ser constantes no tempo.

Por conta, da presença de raiz unitária (Teste de Dickey-Fuller Aumentado) nas séries de preços nos três níveis de mercado foram usadas a primeira diferença das respectivas séries na estimativa do modelo Log-Log. Este procedimento foi adotado em virtude de as séries apresentarem-se estacionárias em primeira diferença. Por conseguinte, a interpretação econômica dos resultados sugere que um aumento de 1% no preço no atacado tem-se aumento de 0,36% no varejo (nível de significância de 1%); enquanto que o aumento de 1% no preço ao produtor tem aumento de 0,14% no varejo (nível de significância de 20%).

Por fim, o modelo estimado corrobora com os resultados da margem de comercialização, em que os maiores repasses para o varejo são efetuados pelo setor atacadista na cidade de São Paulo. Se todos os agentes da cadeia tivessem o mesmo grau de influência nos diferentes níveis da cadeia, seria esperada uma situação de maior equilíbrio entre os diferentes mercados.

A concentração de poder de mercado observada no atacado do arroz (cerealistas) em São Paulo pode representar uma ameaça para consumidores. Assim, políticas coercitivas para impedir o aumento da concentração de mercado são importantes e podem assegurar um nível mínimo de competição entre indústrias (cerealistas) e, com isso, assegurar melhores oportunidades, tanto para produtores como para consumidores de arroz.

CONCLUSÃO

As margens relativas de comercialização na cadeia produtiva do arroz em São Paulo se mantiveram estáveis no período de 05/2010 a 05/2015. As margens relativas de comercialização observadas foram de 20% para os produtores, 58% para o atacado e 22% para o varejo. Os maiores repasses de preço do arroz para o varejo no mercado paulista foram observados no mercado atacadista, o que demonstra a maior capacidade deste mercado de influenciar os preços ao consumidor (poder de mercado).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMI, A.C.D.O.; MIRANDA, S.H.G. de. Transmissão de preços e cointegração no mercado brasileiro de arroz. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v.49, n.1, p.55-80, 2011.
- ARÊDES, A.F.D. Liderança de preços na cadeia produtiva do arroz. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.40, n.11, p.12-20, 2010.
- BRANDT, S.A. **Comercialização Agrícola**. Piracicaba: Livrocere, 1980. 195p.
- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA (IEA). **Banco de dados**. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/bancodedados.html>>. Acesso em: 11 jun. 2015.
- MARTINS, S.S.; ROCHA, M.B.; MARTINS, V.A. Evolução da comercialização do arroz em São Paulo, no período de 1975-2000. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.32, n.4, p.33-40, abr. 2002.
- SANTIAGO, C.M.; WANDER, A.E. Análise de distribuição de ganhos na cadeia produtiva do arroz no Estado de Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7., 2011, Balneário Camboriú-SC. **Anais...**. Itajaí-SC: Epagri/SOSBAI, 2011. v.1. p.761-763.
- WANDER, A.E.; SILVA, O.F. da. Rentabilidade da produção de arroz no Brasil. In: CAMPOS, S.K.; TORRES, D.A.P.; PONCHIO, A.P.S.; BARROS, G.S.A. de C. Sustentabilidade e sustentação da produção de alimentos no Brasil: Volume 2 - O desafio da rentabilidade na produção. Brasília-DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), 2014, p.117-133.
- ZANIN, V.; BACCHI, M.R.P. Análise da margem de comercialização do arroz gaúcho no mercado de São Paulo após o Plano Real. Porto Alegre: FEE, 2012. (Textos para Discussão FEE, n.108 (2012) - ISSN 1984-5588).



IX CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO

Ciência e Tecnologia
para a otimização da orizicultura

11 a 14 de agosto de 2015

■ Pelotas - RS

Market share das marcas comerciais no Estado do Mato Grosso: uma análise indicativa de mudanças na cadeia produtiva do arroz

Carlos Martins Santiago¹, Michela Okada Chaves², Eliane Maria Forte Daltro³, Maria Luiza Perez Villar⁴,
Carlos Magri Ferreira⁵

Palavras-chave: mercado varejista, cadeia produtiva do arroz, indústria arrozeira,.

INTRODUÇÃO

O objetivo do presente trabalho foi analisar o Market share das marcas de arroz comercializadas no estado do Mato Grosso e, assim estimar se a meta estabelecida em 2006 pelos empresários da indústria arrozeira do Estado de atingir 80% de participação das marcas locais comercializadas no varejo havia sido alcançada. Além disso, esse estudo também avaliou o Market share por indústria beneficiadora.

Em 2006 a situação da orizicultura matogrossense era bem diferente, de acordo com Ferreira (2006), a estimativa dos empresários era que as marcas locais representavam de 50% a 60% do mercado varejista de arroz no Estado. Nessa época a qualidade de grão era considerada inferior às marcas envasadas em outros Estados da Federação. Além disso, a presença das marcas matogrossenses nas gôndolas era instável, devido à dificuldade em se obter matéria-prima de qualidade. Consequentemente, as marcas que detinham maior reconhecimento associado à qualidade eram as envasadas em outros Estados. A indústria arrozeira matogrossenses preocupada com a participação de seus produtos no mercado buscou instituições Estaduais, Federais e Sindicais ligadas à Cadeia Produtiva do Arroz com o objetivo de estimular o desenvolvimento de ações para alcançar um market share de 80% das marcas locais no mercado varejista de arroz do Mato Grosso.

Nesse contexto em 2006, foi iniciado um esforço conjunto do Sindicato das Indústrias da Alimentação de Rondonópolis e Região Sul de Mato Grosso – SIAR-SUL, o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE-MT e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA visando a sustentabilidade da cadeia produtiva do arroz no Mato Grosso. Nos anos seguintes, houve a adição do Sindicato Estadual das indústrias de arroz no Estado de Mato Grosso – SINDARROZ e da Empresa Matogrossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural S/A – EMPAER-MT, com o apoio financeiro da Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Mato Grosso – FAPEMAT.

¹ Administrador, mestre, Embrapa Arroz e Feijão/Cocais (e-mail: carlos.santiago@embrapa.br)

² Engenheira de Alimentos, Mestre, Embrapa Arroz e Feijão (e-mail: michela.chaves@embrapa.br).

³ Engenheira Agrônoma, Doutora, Empaer-MT (e-mail: elianedaltro@gmail.com).

⁴ Engenheira Agrônoma, Doutora, Empaer-MT (e-mail: ma-rialuizaperezvillar@yahoo.com.br).

⁵ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Arroz e Feijão (e-mail: carlos.magri@embrapa.br).

Assim, no período de 2006 a 2013 foram realizadas cerca de cinquenta atividades de transferência de tecnologia, como cursos de capacitação de técnicos, produtores, merendeiras, cozinheiras e profissionais da área de alimentação, seminários, workshops e reuniões técnicas, sensibilização para aspectos de qualidade na produção agrícola e industrial, aproximação dos produtores com a indústria arroseira e desta com os consumidores e varejistas, mobilização e estabelecimento dos atores da governança local da cadeia produtiva do arroz e encontros da cadeia produtiva para discussão permanente de soluções e inovações para o desenvolvimento do setor arroseiro do arroz no Mato Grosso.

Diante da necessidade de se estimar a evolução da participação da agroindústria arroseira mato-grossense no consumo do arroz no Estado a partir de 2006, foi desenvolvida e aplicada uma metodologia para, dentre outros fatores, estimar a participação (Market share) das marcas de arroz no mercado de venda direta ao consumidor do Mato Grosso, cujo empacotamento ocorreu no próprio Estado, em comparação às marcas empacotadas em outras Unidades da Federação (UF). Neste trabalho foi considerado “marca local” aquela cujo arroz tenha sido envasado no Estado do Mato Grosso.

MATERIAL E MÉTODOS

Existem diversos estudos e modelos que relacionam o nível de market share de um produto ao seu tipo e variedade, à categoria do supermercado, à estrutura disponível para o consumidor, à sua distribuição (alocação) nas gôndolas dos supermercados, dentre outros fatores (DESMET; RENAUDIN, 1998; CHEN; LIN, 2007; GAJJAR; ADIL, 2011). Como a área de exposição nas gôndolas é limitada, cabe ao empresário decidir o quê e quanto dispor, visando à otimização do espaço. Acredita-se que quanto maior a área ocupada por um produto, maior é a probabilidade dele ser visto, manuseado, ter sua imagem gravada na mente do consumidor e, por fim, ser efetivamente comprado (CESARINO; CAIXEITA FILHO, 2002). Por isso, para fins deste trabalho, foi considerado que, o tamanho do espaço ocupado por uma marca na gôndola do supermercado é positivamente relacionado com a sua venda e, portanto, maior seu market share.

Para avaliar a participação das marcas de arroz no mercado de venda direta ao consumidor (varejo e atacado) do Mato Grosso, elaborou-se uma lista de parâmetros a serem medidos, sendo os principais a marca do produto, a origem geográfica de empacotamento e o espaço ocupado pela marca na gôndola do supermercado. Os parâmetros secundários foram o formato do estabelecimento comercial, determinado pelo número de checkouts (caixas registradoras), identificação da indústria beneficiadora, classe e tipo do arroz. Localidade e data da coleta dos dados, município de empacotamento e número do lote. Para a determinação do formato dos supermercados, embora exista na literatura vários métodos e parâmetros para estabelecê-lo, como número de itens, área de vendas e faturamento (SAAB; GIMENEZ, 2000; CESARINO; CAIXEITA FILHO, 2002; SIMÕES, 2006), optou-se por utilizar a definição da Associação Brasileira de Supermercados - ABRAS (HILÁRIO, 2011), onde o formato do estabelecimento é baseado no número de checkouts (número de caixas registradoras). Assim, para este estudo, os supermercados foram classificados em “supermercado de pequeno porte” (SP), com 1 a 4 checkouts; “supermercado de médio porte” (SM), com 5 a 9 checkouts; “supermercado tradicional” (ST), com 10 a 19 checkouts; “hipermercado compacto” (HC), com 20 a 49 checkouts e “hipermercado de grande porte”, com 50 ou mais checkouts.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram entrevistados 5 cerealistas e 7 gestores de supermercados, variando de pequeno porte a hipermercado compacto. Os dados nos estabelecimentos comerciais foram coletados no período de 18 de julho e 23 de agosto de 2013, nos municípios de Cuiabá, Várzea Grande, Rondonópolis, Cáceres, Sinop e Barra do Garças. No total, foram pesquisados 97 supermercados, sendo 38 supermercados de pequeno porte, 16 de médio porte, 24 tradicionais e 19 hipermercados compactos, incluindo os atacadistas. De acordo com os resultados das pesquisas, o arroz empacotado no Mato Grosso representa 87% de todo o arroz comercializado nos supermercados.

Observa-se na Figura1, que o arroz envasado no Mato Grosso é distribuído de forma mais equilibrada entre os diferentes formatos de supermercado: hipermercados compactos HC (37,7%), supermercados tradicionais ST (26,9%), supermercados de médio porte SM (12,0%) e supermercados de pequeno porte SP (23,5%).

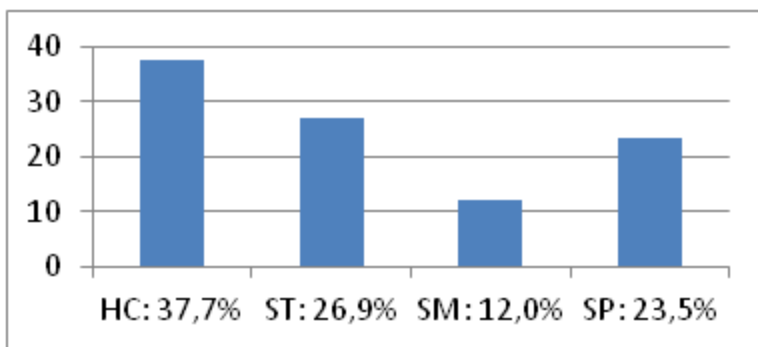


Figura 1: Participação % de mercado das marcas envasadas em Mato Grosso
Fonte: Dados de pesquisa

CONCLUSÃO

O resultado desta pesquisa mostrou que 87% do arroz comercializado nas gôndolas do mercado varejista de seis municípios de Mato Grosso são envasados por indústrias mato-grossenses. Os 13% remanescentes do arroz nas gôndolas foram empacotados no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Goiás e Mato Grosso do Sul. Sendo esses últimos majoritariamente comercializados por hipermercados compactos, enquanto o arroz envasado no Mato Grosso encontra-se distribuído em todos os formatos de supermercados pesquisados (pequeno e médio portes, tradicional e hipermercado compacto), o que indica a importância das marcas locais para o suprimento de estabelecimentos comerciais de menor porte nos grandes centros e em regiões mais remotas do Estado. A presença de marcas locais fortes é um fator que promove o equilíbrio na concorrência pelo mercado e por consequência, a prática de preços justos ao consumidor.

Embora não seja possível afirmar que houve uma relação causal entre o esforço de pesquisa e transferência de tecnologia realizado visando o desenvolvimento da cadeia

produtiva do arroz no Mato Grosso e aumento do Market share de suas marcas locais no comércio varejista do estado, é fato que a meta de 80% foi superada nos locais pesquisados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CESARINO, R. C.; CAIXETA FILHO, J. V. Alocação dos produtos nas gôndolas dos supermercados: um estudo de caso. **Gestão e Produção**, v.9, p.45-61, 2002.

CHEN, M.; LIN, C. A data mining approach to product assortment and shelf space allocation. **Expert Systems with Applications**, v. 32, p. 976-986, 2007.

DESMET, P.; RENAUDIN, V. Estimation of product category sales responsiveness to allocated shelf space. **International Journal of Research in Marketing**, v. 15, p.443-457, 1998.

FERREIRA, C. M. Diagnóstico das indústrias arrozeiras na região sul do estado de Mato Grosso. In: WORKSHOP PLANO DE AÇÃO TRIENAL DO PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DAS INDÚSTRIAS ARROZEIRAS DE ARROZ DO SUL DO ESTADO DE MATO GROSSO. 2006. Rondonópolis, MT.

GAJJAR, H. K.; ADIL, G. K. Heuristics for retail shelf space allocation problem with linear profit function. **International Journal of Retail & Distribution Management**, v. 39, n.2, p. 144-155, 2011.

HILÁRIO, W. Ano generoso para todas as cestas. **Superhiper**, p. 46-57, 2011.

MONTEIRO, F. G.; FARINA, E.. M. M. Q.; NUNES, R. Food-retail development and the myth of everyday low prices: the case of Brazil. **Development Policy Review**, v.30, n.1, p. 49-66, 2012.

SAAB, W. G. L.; GIMENEZ, L. C. P. **A segmentação do comércio varejista: 2000**. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/setorial/get4is12.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2014.

SIMÕES, P. N. **Uma análise sobre a estrutura, conduta e desempenho do setor de supermercados no Brasil**. 2006. 95 f. Dissertação (Mestrado em Economia Política. Ênfase em Organização Industrial) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006.

PRODUTIVIDADE DO ARROZ E ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO APÓS CULTIVOS SUCESSIVOS DE PLANTAS DE COBERTURA E DESCOMPACTAÇÃO MECÂNICA NO CERRADO*

Vagner do Nascimento¹; Orivaldo Arf²; Marlene Cristina Alves²; Paulo Ricardo Teodoro da Silva³; Epitácio José de Souza¹; João Paulo Ferreira¹; Debora Pavani da Silva³; Flávio Hiroshi kaneko⁴

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., adubos verdes, sistema plantio direto

INTRODUÇÃO

O cultivo antecessor de plantas de cobertura (PC) e a descompactação mecânica (DM) são alternativas para minimizar a compactação da camada superficial do solo em sistema de plantio direto (SPD) implantado em diversos sistemas de produção. Assim, o trabalho teve como objetivo investigar o efeito da DM esporádica do solo e o cultivo anterior de PC em sistema plantio direto implantado, na produtividade de grãos do arroz e as alterações nos atributos físicos do solo, após cultivo do arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido em área experimental da UNESP – Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria, MS, em 2013/14, em um Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa, com altitude local de 335 m. Os valores médios anuais de precipitação anual, temperatura e umidade relativa do ar são, respectivamente, 1.370 mm, 23,5°C e 66%. Antes da instalação do experimento foi realizada a caracterização química e física do solo em toda área experimental em 14/06/2012. Para análise química foi coletada amostra composta, originada de 20 amostras simples deformadas do solo, nas camadas estratificadas de 0,00-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m. Já para a análise física foram retiradas amostras indeformadas de solo em 10 pontos aleatórios, nas camadas supracitadas, por meio de anéis volumétricos com volume de 10^{-4} m^3 (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo da área experimental, nas camadas estudadas, antes da instalação do experimento, Selvíria, MS, 2012.

Prof. (m)	Atributos químicos							Atributos físicos				
	P	M.O.	pH	K	Ca	Mg	Al	V	Ma	Mi	PT	DS
	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	-----	(mmol _c dm ⁻³)	-----	-----	%	-----	m ³ m ⁻³	-----	Mg dm ⁻³
0,00-0,05	29	24	5,9	3,5	41	25	0	79	0,08	0,36	0,44	1,49
0,05-0,10	6	17	4,9	1,8	17	12	2	48	0,06	0,35	0,41	1,56
0,10-0,20	38	15	4,5	1,3	10	7	6	33	0,07	0,35	0,42	1,54
0,20-0,40	7	13	4,8	1,4	10	8	2	40	0,10	0,36	0,46	1,42

Prof.(m): profundidade do solo (metro); P: fósforo disponível (resina); M.O.: Matéria orgânica; K, Ca, Mg e Al trocáveis; V(%): saturação por bases; Ma: Macroporosidade, Mi: Microporosidade; PT: Porosidade Total e DS: Densidade do solo.

Aplicou-se em toda área experimental em 10/07/2012, 1.600 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico a lanch. O preparo com escarificador foi realizado em 09/08/2012, em parte da

*Trabalho desenvolvido com auxílio financeiro da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP.

¹ Doutorandos do Curso de pós-graduação em Agronomia da UNESP – Ilha Solteira, Av. Brasil, 56 (Centro), Ilha Solteira (SP), E-mail: vagnern@gmail.com (bolsista FAPESP).

² Professores da UNESP – Ilha Solteira.

³ Graduandos e Mestrando da UNESP – Ilha Solteira

⁴ Professor do IFMS – Nova Andradina.

área experimental, antes da semeadura das PC, com escarificador de sete hastes à profundidade de trabalho de 0,30 m e largura da faixa de corte de 2,10 m. Na parte escarificada foi realizada uma operação com grade leve. Todas as plantas de coberturas (PCs) foram semeadas manualmente em 14/08/2012, sem adubação, com uso de matracas e espaçamento entrelinha de 0,45 m. A densidade de semente utilizada para o guandu anão (60 kg ha^{-1}), crotalária e milheto (30 kg ha^{-1}), *Urochloa* (12 kg ha^{-1}). Todas as PCs foram dessecadas aos 63 dias após a semeadura (DAS) com os herbicidas glyphosate (1.440 g ha^{-1} do i.a.) + 2,4-D (670 g ha^{-1} do i.a.). Após 10 dias da dessecação, realizou-se uma operação com triturador mecânico em todas as PCs, com altura de corte de 0,10 m. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados disposto em esquema fatorial 5x2 para o arroz, com 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de cinco PC (pousio, *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, *Urochloa ruziziensis* e *Pennisetum glaucum*) com e sem escarificação mecânica do solo. Nos pousios com e sem escarificação mecânica do solo, permitiu-se o desenvolvimento da vegetação espontânea de plantas daninhas. Cada parcela experimental foi constituída de 7 m largura e 12 m comprimento.

O cultivo do arroz foi em sucessão à PCs na primavera de 2012 e 2013, seguido dos cultivos do arroz e feijão, em 2012/13. A semeadura mecânica do arroz foi realizada em 21/12/2013, usando o cultivar IAC 202, com espaçamento de 0,35 m entrelinhas, sendo conduzido de dezembro a abril, sob irrigação por aspersão, com adubação de base de 280 kg ha^{-1} da fórmula 04-14-08 e adubação de cobertura de 60 kg ha^{-1} de nitrogênio usando como fonte o sulfato de amônio, sendo realizada aos 30 dias após a emergência das plantas (DAE). A colheita manual das parcelas foi realizada em 10/04/2014.

Após cultivo do arroz, em maio de 2014, foram coletadas amostras indeformadas de solo em três pontos aleatórios dentro de cada parcela, nas camadas supracitadas, sendo realizadas quatro repetições por tratamento. Posteriormente foram submetidas à análise de macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), porosidade total (PT) e densidade do solo (DS), conforme metodologia proposta pela EMBRAPA (1997). Quanto à produtividade de grãos do arroz, os dados foram transformados em kg ha^{-1} e corrigidos para 13 % base úmida. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência do arroz ocorreu uniformemente no sexto DAS. O florescimento pleno e a colheita ocorreram aos 82 e 106 DAE das plantas, respectivamente. Durante o período de cultivo do arroz não houve problema com acamamento de plantas. Houve interações significativas para massa seca (MS) da parte aérea das plantas de cobertura (Figura 2, G) e os atributos físicos do solo, após colheita do arroz, nas camadas de 0,00-0,05 m (PT), 0,10-0,20 m (Ma) e 0,20-0,40 m (Ma e DS), sendo apresentados na Figura 1.

Na camada de 0,00-0,05 e 0,05-0,10 m (Tabela 2), observou-se que a escarificação mecânica, promoveu incremento na proporção de macroporos ($0,12 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) na camada 0,00-0,05 m e reduziu a densidade do solo ($1,44 \text{ Mg m}^{-3}$) e a proporção de microporos ($0,33 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) do solo nas duas camadas. Nas PCs, merece destaque o cultivo anterior de crotalária que promoveu aumento do volume de macroporos e reduziu a densidade do solo, na camada de 0,00-0,05 m. Não houve influência significativa para PCs na camada 0,05-0,10 m. Todavia, vale salientar que a proporção de macroporos foi superior ao considerado crítico para um bom desenvolvimento do sistema radicular das plantas de arroz ($> 0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$), particularmente na camada de 0,00-0,05 m, variando entre 0,10 e $0,12 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$.

Na camada de 0,10-0,20 m (Tabela 2), verificou-se que operação de escarificação mecânica do solo promoveu maior proporção de poros totais ($0,42 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) do solo, além disso, reduziu a proporção de microporos ($0,33 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) e a densidade ($1,53 \text{ Mg m}^{-3}$) do solo. Nas PCs, destaque maior para o solo sob crotalária que apresentou maior valor de densidade do solo ($1,57 \text{ Mg m}^{-3}$). Para a camada de 0,20-0,40 m (Tabela 2), não houve diferenças significativas para descompactação mecânica do solo e cultivo anterior de PCs.

Tabela 2. Valores médios da macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), porosidade total (PT) e densidade do solo (DS) do solo, nas camadas estudadas, após descompactação mecânica esporádica do solo, cultivos de plantas de cobertura e arroz em SPD estabelecido, Selvíria, MS, Brasil, 2013/14.

Camada de 0,00-0,05 m					Camada de 0,05-0,10 m			
	Ma	Mi	PT	DS	Ma	Mi	PT	DS
	m ³ m ⁻³				m ³ m ⁻³			
Descompactação mecânica do solo (DM)								
Sem	0,10 b	0,33	0,43	1,49 a	0,07	0,34 a	0,41	1,57
Com	0,12 a	0,33	0,45	1,44 b	0,08	0,33 b	0,41	1,55
Plantas de cobertura (PC)								
Pousio	0,10 ab	0,34	0,44	1,45 ab	0,08	0,34	0,41	1,55
<i>Urochloa</i>	0,10 ab	0,34	0,44	1,48 a	0,08	0,34	0,41	1,56
Milheto	0,09 b	0,33	0,42	1,49 a	0,07	0,34	0,41	1,58
Crotalária	0,12 a	0,33	0,45	1,41 b	0,08	0,33	0,41	1,56
Guandú	0,12 a	0,33	0,45	1,49 a	0,08	0,33	0,42	1,56
DMS (5%)								
DM	0,010	--	--	0,032	--	0,005	--	--
PC	0,021	--	--	0,071	--	--	--	--
CV(%)	25,06	6,11	5,91	6,05	21,44	4,08	3,90	4,07
C.I.	0,08	0,36	0,44	1,49	0,06	0,35	0,41	1,56
Camada de 0,10-0,20 m					Camada de 0,20-0,40 m			
Descompactação mecânica do solo (DM)								
Sem	0,07	0,34 a	0,41 b	1,56 a	0,10	0,36	0,46	1,39
Com	0,09	0,33 b	0,42 a	1,53 b	0,11	0,35	0,46	1,39
Plantas de cobertura (PC)								
Pousio	0,08	0,34	0,42	1,53 b	0,11	0,36	0,47	1,38
<i>Urochloa</i>	0,08	0,34	0,42	1,54 ab	0,11	0,35	0,46	1,41
Milheto	0,08	0,34	0,42	1,54 ab	0,10	0,35	0,45	1,38
Crotalária	0,08	0,34	0,42	1,57 a	0,12	0,35	0,46	1,39
Guandú	0,09	0,34	0,43	1,54 ab	0,11	0,35	0,46	1,37
DMS (5%)								
DM	--	0,006	0,006	0,019	--	--	--	--
PC	--	--	--	0,042	--	--	--	--
CV(%)	19,53	4,64	4,14	3,41	17,27	5,52	4,65	3,67
C.I.	0,07	0,35	0,42	1,54	0,10	0,36	0,46	1,42

Médias seguidas de mesma letra, para DM e PC, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 %; C.I. (Caraterização Inicial): Atributos químicos do solo na área, antes da instalação do experimento;

Analisando os resultados do desdobramento da interação para PT, Ma e DS do solo, nas camadas 0,00-0,05, 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m (Figura 1), para PC dentro de DM e desta dentro de PC, merece destaque os cultivos anteriores de crotalária e guandú com escarificação que promoveram incrementos na proporção de macroporos, oscilando entre 0,11 a 0,13 m³ m⁻³ e poros totais de 0,46 e 0,48 m³ m⁻³ do solo em relação as demais PCs, e também em relação a proporção de Ma (0,07 a 0,10 m³ m⁻³) e PT (0,44 m³ m⁻³) inicial do solo em 2012 (Tabela 1). Além disso, os cultivos anteriores de crotalária e guandú, independente da escarificação, promoveram redução da DS no subsolo (1,36 e 1,37 Mg dm⁻³), em relação as demais PCs e proporção inicial (1,42 Mg dm⁻³) na camada de 0,20-0,40 m. Provavelmente a crotalária e guandú romperam a camada superficial compactada e melhoraram a estrutura e agregação, assim promovendo melhor equilíbrio da relação massa/volume do solo.

Com relação ao desdobramento da interação para MS da parte aérea das PCs (Figura 2, G), para PC dentro de DM e desta dentro de PC, merece destaque o cultivo anterior de milho, independente da escarificação, que promoveu maior produtividade de MS. As taxas diárias de acúmulo de produtividade de MS (63 DAS) das PCs foram: milho (172 kg ha⁻¹), *Urochloa* (79 kg ha⁻¹), guandú e crotalária (95 kg ha⁻¹). A DM do solo e o cultivo anterior de PCs não influenciaram na produtividade de grãos do arroz, porém apresentando boas produtividades, após cultivos de PCs em relação ao pousio (Figura 2, E e F).

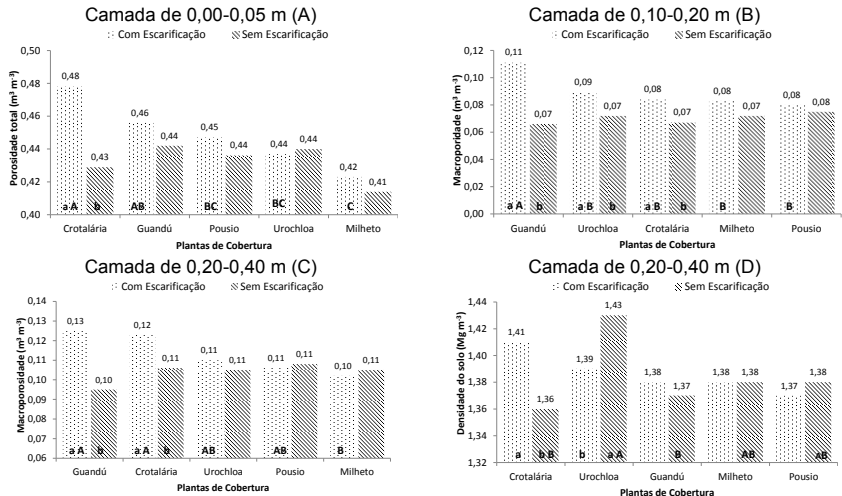


Figura 1. Desdobramento das interações significativas para os atributos físicos do solo, nas camadas 0,00-0,05, 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m. Médias seguidas de mesma letra minúscula, para PC dentro de DM (0,0211, 0,0126 e 0,0152 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ e 0,0412 Mg dm^{-3}), e maiúscula, na DM dentro de PC (0,0295, 0,0177 e 0,0213 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ e 0,0577 Mg dm^{-3}), não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância, Selvíria, MS, 2013/14.

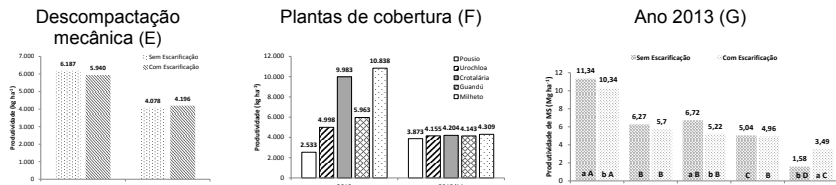


Figura 2, E e F. Valores médios de massa seca (MS) de parte aérea das plantas de cobertura (PC) e produtividade de grãos do arroz. CV(%) = 9,49 e 7,35 Selvíria, MS, 2013/14. Figura 2, G. Desdobramento da interação para produtividade de MS da parte aérea das PCs, após descompactação mecânica (DM) do solo (1º ano) em SPD. Médias seguidas de mesma letra minúscula, para PC dentro de DM (0,84 Mg ha^{-1}), e maiúscula, na DM dentro de PC (1,19 Mg ha^{-1}), não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância, Selvíria, MS, 2013.

CONCLUSÃO

A escarificação mecânica do solo promoveu incremento de macroporos e reduziu a densidade do solo nas camadas de 0,00-0,05 e 0,10-0,20 m; o cultivo anterior de crotalária e guandú com escarificação promoveram melhorias positivas nos atributos físicos no perfil do solo; a escarificação mecânica do solo e o cultivo anterior de plantas de cobertura não influenciaram na produtividade de grãos do arroz.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pela concessão da bolsa de doutorado ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, RJ: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997.

PRODUTIVIDADE DO ARROZ E MICRONUTRIENTES DO SOLO EM SUCESSÃO A CULTIVOS DE ADUBOS VERDES E ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA EM CERRADO DE BAIXA ALTITUDE*

Vagner do Nascimento¹; Orivaldo Arf²; Marlene Cristina Alves²; Paulo Ricardo Teodoro da Silva³; João Pedro Scrociato³; Caroline Ribeiro Peruchhi³; Eder de Souza⁴; Michelle Traete Sabundjian¹

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., plantas de cobertura, sistema plantio direto, compactação

INTRODUÇÃO

A compactação na camada superficial em sistema plantio direto (SPD) implantado é um grave problema para a qualidade do solo, pois modifica os fluxos de água e ar e a dinâmica de micronutrientes do solo, promovendo a redução da produtividade das culturas agrícolas em diversos sistemas de produção. Assim, o trabalho teve como objetivo investigar a influência da descompactação mecânica (DM) esporádica do solo e o cultivo antecessor de plantas de cobertura (PC) em sistema plantio direto implantado, na produtividade de grãos do arroz e as alterações nos micronutrientes do solo, após cultivo do arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido em área experimental da UNESP – Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria, MS, em 2013/14, em um Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa, com altitude local de 335 m. Os valores médios anuais de precipitação anual, temperatura e umidade relativa do ar são, respectivamente, 1.370 mm, 23,5°C e 66%. Antes da instalação do experimento foi realizada a caracterização química e física do solo em toda área experimental em 14/06/2012. Para análise química foi coletada amostra composta, originada de 20 amostras simples deformadas do solo, nas camadas estratificadas de 0,00-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m. Já para a análise física foram retiradas amostras indeformadas de solo em 10 pontos aleatórios, nas camadas supracitadas, por meio de anéis volumétricos com volume de 10^{-4} m^3 (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo da área experimental, nas camadas estudadas, antes da instalação do experimento, Selvíria, MS, 2012.

Prof. (m)	Atributos químicos							Atributos físicos				
	P	M.O.	pH	K	Ca	Mg	Al	V	Ma	Mi	PT	Ds
	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	-----	(mmol _c dm ⁻³)	-----	-----	%	-----	m ³ m ⁻³	-----	Mg dm ⁻³
0,00-0,05	29	24	5,9	3,5	41	25	0	79	0,08	0,36	0,44	1,49
0,05-0,10	6	17	4,9	1,8	17	12	2	48	0,06	0,35	0,41	1,56
0,10-0,20	38	15	4,5	1,3	10	7	6	33	0,07	0,35	0,42	1,54
0,20-0,40	7	13	4,8	1,4	10	8	2	40	0,10	0,36	0,46	1,42

Prof.(m): profundidade do solo (metro); P: fósforo disponível (resina); M.O.: Matéria orgânica; K, Ca, Mg e Al trocáveis; V(%): saturação por bases; Ma: Macroporosidade, Mi: Microporosidade; PT: Porosidade Total e Ds: Densidade do solo.

Aplicou-se em toda área experimental em 10/07/2012, 1.600 kg ha⁻¹ de calcário

*Trabalho desenvolvido com auxílio financeiro da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP.

¹ Doutorandos do Curso de pós-graduação em Agronomia da UNESP – Ilha Solteira, Av. Brasil, 56 (Centro), Ilha Solteira (SP), E-mail: vagnern@gmail.com (bolsista FAPESP).

² Professores da UNESP – Ilha Solteira.

³ Graduandos e Mestrando da UNESP – Ilha Solteira

dolomítico à lanço. O preparo com escarificador foi realizado em 09/08/2012, em parte da área experimental, antes da semeadura das PC, com escarificador de sete hastes à profundidade de trabalho de 0,30 m e largura da faixa de corte de 2,10 m. Na parte escarificada foi realizada uma operação com grade leve. Todas as plantas de coberturas (PCs) foram semeadas manualmente em 14/08/2012, sem adubação, com uso de matracas e espaçamento entrelinha de 0,45 m. A densidade de semeadura utilizada para o guandu anão, crotalária, milheto e *Urochloa* foi de 60, 30, 30 e 12 kg ha⁻¹, respectivamente. Todas as PCs foram dessecadas aos 63 dias após a semeadura (DAS) com os herbicidas glyphosate (1.440 g ha⁻¹ do i.a.) + 2,4-D (670 g ha⁻¹ do i.a.). Após 10 dias da dessecação, realizou-se uma operação com triturador mecânico em todas as PCs, com altura de corte de 0,10 m. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados disposto em esquema fatorial 5x2 para o arroz, com 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de cinco PC (pousio, guandu, *Crotalaria juncea*, *Urochloa ruziziensis* e milheto) com e sem escarificação mecânica do solo. Nos pousios com e sem escarificação mecânica do solo, permitiu-se o desenvolvimento da vegetação espontânea de plantas daninhas. Cada parcela experimental foi constituída de 7 m largura e 12 m comprimento.

O cultivo do arroz foi em sucessão a PCs na primavera de 2012 e 2013, seguido dos cultivos do arroz e feijão, em 2012/13. A semeadura mecânica do arroz foi realizada em 21/12/2013, usando o cultivar IAC 202, com espaçamento de 0,35 m entrelinhas, sendo conduzido de dezembro a abril, sob irrigação por aspersão, com adubação de base de 280 kg ha⁻¹ da fórmula 04-14-08 e adubação de cobertura de 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio usando como fonte o sulfato de amônio, sendo realizada aos 30 dias após a emergência das plantas (DAE). A colheita manual das parcelas foi realizada em 10/04/2014.

Após cultivo do arroz, em maio de 2014, foram coletadas amostras compostas deformadas de solo, com auxílio de um trado de rosca. Cada amostra composta foi originada de dez pontos (amostras simples) por parcela, nas camadas supracitadas. Após homogeneização, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e levadas ao laboratório para análise, sendo realizadas quatro repetições por tratamento. No laboratório de fertilidade do solo as amostras compostas coletadas foram secas e peneiradas (malha 2 mm). Posteriormente foram submetidas à análise, conforme metodologia proposta por Raji et al. (2001). Foram determinados os teores de boro (água quente), cobre, ferro, manganês e zinco pelo método do DTPA e a produtividade de grãos do arroz em kg ha⁻¹ corrigidos para 13 % base úmida. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência do arroz ocorreu uniformemente no sexto DAS. O florescimento pleno e a colheita ocorreram aos 82 e 106 DAE das plantas. Durante o período de cultivo do arroz não houve problema com acamamento de plantas. Houve interações significativas para massa seca (MS) da parte aérea das PCs (Figura 2, I) e para alguns micronutrientes do solo, nas camadas 0,00-0,05 e 0,20-0,40 m (Tabela 2 e Figura 1). Nas camadas estudadas (Tabela 2), verificou-se que a descompactação mecânica do solo influenciou nos teores de Cu, Fe e Mn do solo. De maneira geral, observaram-se valores superiores nos teores de Mn (15,31 mg dm⁻³) e Fe (8,60 e 5,35 mg dm⁻³) em SPD, com exceção do Cu (1,97 mg dm⁻³) na camada de 0,00-0,05 m. Provavelmente devido há ausência de revolvimento do solo e prática de calagem superficial sem incorporação que promoveram melhoria da disponibilidade de Mn e Fe no perfil do solo, após 21 meses de implantação do manejo do solo. Nas PCs, o destaque maior foi para o cultivo antecessor de crotalária que promoveu incremento no teor de Mn (19,66 mg dm⁻³) na camada de 0,10-0,20 m do solo, mostrando o potencial desta na melhoria do teor de Mn do solo. Os resultados dos teores de micronutrientes (Tabela 2 e Figura 2) encontrados neste trabalho são considerados baixos (0-0,20 mg dm⁻³) para boro, altos (> 0,08 mg dm⁻³) para cobre, médios (5-12 mg dm⁻³) para ferro, altos (> 5 mg dm⁻³) para manganês e baixos (0-0,5 mg dm⁻³) para zinco de acordo com Raji et al. (1997).

Tabela 2. Valores médios de micronutrientes do solo, nas camadas estudadas, após descompactação mecânica do solo em 2012, cultivos de plantas de cobertura e arroz em sistema plantio direto, sob irrigação por aspersão, Selvíria, MS, 2013/14.

	Camada de 0,00-0,05 m					Camada de 0,05-0,10 m					
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	a.q.	DTPA				a.q.	DTPA				
	mg dm ⁻³										
Descompactação mecânica do solo (DM)											
Sem	0,17	1,97 b	7,00	21,90	0,74	0,14	2,68	8,60 a	22,41	0,48	
Com	0,18	2,24 a	7,35	18,57	0,68	0,14	2,80	7,60 b	17,49	0,46	
Plantas de cobertura (PC)											
POU	0,17	2,11	7,88	17,89	0,58	0,14	2,81	8,13	19,38	0,44	
URO	0,16	2,04	7,00	21,65	0,80	0,13	2,61	7,50	21,36	0,46	
MIL	0,16	2,13	7,75	19,45	0,85	0,13	2,69	8,75	19,86	0,53	
CRO	0,19	2,15	7,13	23,39	0,66	0,15	2,64	8,00	20,70	0,45	
GUA	0,20	2,09	6,13	18,78	0,65	0,16	2,94	8,13	18,44	0,45	
DMS (5%)											
DM	--	0,1112	--	--	--	--	--	0,7768	--	--	
CV(%)	10,78	8,15	13,16	22,02	16,43	20,01	10,11	14,78	20,01	22,02	
	Camada de 0,10-0,20 m					Camada de 0,20-0,40 m					
	Descompactação mecânica do solo (DM)										
	Sem	0,14	2,50	6,80	15,31a	0,26	0,11	1,79	5,35a	9,52	0,12
	Com	0,13	2,39	6,40	13,16b	0,27	0,12	1,65	4,55b	8,47	0,13
	Plantas de cobertura (PC)										
	POU	0,14	2,33	6,00	10,09b	0,25	0,12	1,74	4,88	8,76	0,10
	URO	0,12	2,28	6,25	12,79b	0,30	0,10	1,59	4,75	8,41	0,13
	MIL	0,13	2,50	7,25	14,39b	0,24	0,13	1,74	5,38	9,29	0,11
	CRO	0,14	2,65	6,75	19,66a	0,29	0,11	1,94	4,75	10,84	0,13
	GUA	0,13	2,45	6,75	14,23b	0,24	0,13	1,59	5,00	7,66	0,15
	DMS (5%)										
	DM	--	--	--	4,5736	--	--	--	0,5910	--	--
	PC	--	--	--	4,5736	--	--	--	--	--	--
	CV(%)	18,19	9,49	22,47	22,00	36,49	16,78	11,99	18,40	17,56	33,13

^{ns} não significativo e * significativo ao nível de 5% de significância pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra, para DM e PC, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 %. POU-Pousio; URO-Urochloa ruziziensis; MIL-Milheto; CRO-Crotalaria; GUA-Guandú; a.q.: água quente.

Analisado o desdobramento da interação para o teores de B, Fe, Mn e Zn do solo, na camada de 0,00-0,05 m (Figura 1, A, B, C e D), para PC dentro de DM e desta dentro de PC, merece destaque o cultivo anterior de *Urochloa* em SPD, que promoveu maior ciclagem e liberação de Fe, Mn e Zn (7,75, 44,4 e 0,98 mg dm⁻³), respectivamente, na solução do solo em relação as demais PCs. Para o teor de Boro, na DM dentro de PC, merece destaque o solo sob guandú e crotalaria, independente da escarificação, que apresentaram maiores teores de B do solo, oscilando entre 0,19 a 0,20 mg dm⁻³, em relação as demais PCs, porém considerados baixos, conforme Raji et al. (1997).

Quanto ao desdobramento da interação para os teores de Cu e Mn do solo, na camada de 0,20-0,40 m (Figura 1, E e F), para PC dentro de DM e desta dentro de PC, merece destaque o cultivo anterior de crotalaria e milho, independente da escarificação, que promoveram maior reciclagem e liberação de Cu e Mn no subsolo em relação as demais PCs, porém não diferindo do pousio em SPD, nesta camada de solo.

Com relação ao desdobramento da interação para MS da parte aérea das PCs (Figura 2, I), para PC dentro de DM e desta dentro de PC, constatou-se que o cultivo anterior de milho, independente da escarificação, que promoveu maior produtividade de MS. As taxas diárias de acúmulo de produtividade de MS (63 DAS) das PCs foram: milho (172 kg ha⁻¹), *Urochloa* (79 kg ha⁻¹), guandú e crotalaria (95 kg ha⁻¹). A DM do solo e o cultivo anterior de PCs não influenciaram na produtividade de grãos do arroz, porém apresentando boas produtividades, após cultivos de PCs em relação ao pousio (Figura 2, G e H).

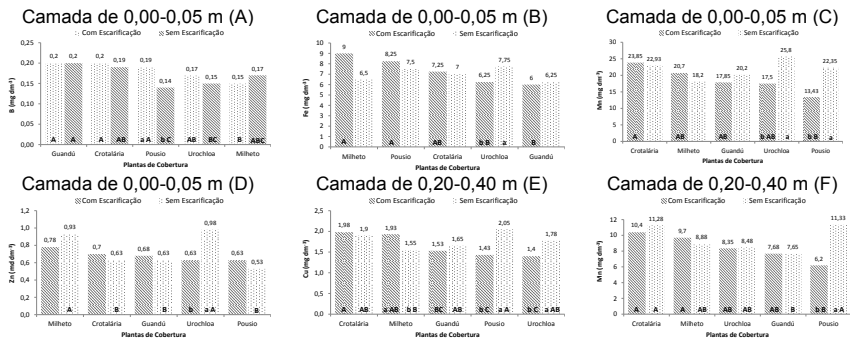


Figura 1. Desdobramento das interações significativas para os teores de micronutrientes do solo, nas camadas 0,00-0,05 e 0,20-0,40 m. Médias seguidas de mesma letra minúscula, para PC dentro de DM (0,0274, 1,3700, 6,4629, 0,1686, 0,2987 e 2,2915 mg dm^{-3}), e maiúscula, na DM dentro de PC (0,0391, 1,9508, 9,2024, 0,2401, 0,4254 e 3,2628 mg dm^{-3}), não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância, Selvíria, MS, 2013/14.

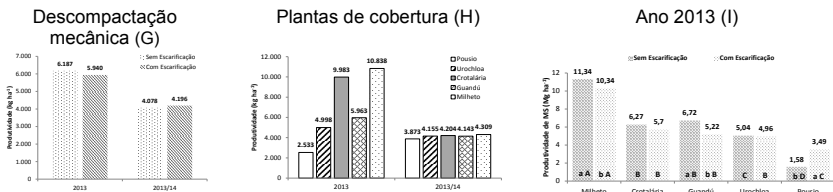


Figura 2. G e H. Valores médios de massa seca (MS) de parte aérea das plantas de cobertura (PC) e produtividade de grãos do arroz. CV(%) = 9,49 e 7,35 Selvíria, MS, 2013/14. Figura 2, I. Desdobramento da interação para produtividade de MS da parte aérea das PCs, após descompactação mecânica (DM) do solo (1º ano) em SPD. Médias seguidas de mesma letra minúscula, para PC dentro de DM (0,84 Mg ha^{-1}), e maiúscula, na DM dentro de PC (1,19 Mg ha^{-1}), não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância, Selvíria, MS, 2013.

CONCLUSÃO

A descompactação mecânica do solo interferiu em alguns micronutrientes no perfil do solo; o cultivo antecessor de *Urochloa ruziziensis* em SPD promoveu maior incremento de Fe, Mn e Zn do solo, na camada de 0,00-0,05 m; o cultivo anterior de crotalária e milheto, independente da escarificação, promoveu maior incremento nos teores de Cu e Mn do solo, na camada de 0,20-0,40 m; a escarificação mecânica do solo e o cultivo anterior de plantas de cobertura não influenciaram na produtividade do arroz.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pela concessão da bolsa de doutorado ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- RAIJ, B. van. et al. (ed.) **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, SP: Instituto Agrônomo Campinas, 2001.
- RAIJ, B. van. et al. (ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas, SP: [s.n.], 1997. (Boletim Técnico, 100).

REDUÇÃO DAS LACUNAS DE PRODUTIVIDADE DE ARROZ NA AMÉRICA LATINA E CARIBE.

Luciano Carmona¹

Palavras-chave: arroz irrigado, manejo, transferência de tecnologia.

INTRODUÇÃO

A existência de lacunas de produtividade em arroz irrigado na América Latina e Caribe (ALC) tem sido amplamente documentada. Em estudos realizados em 12 países da região pelo FLAR com apoio da FAO em 1999, se concluiu que neste momento se poderiam aumentar em 30% os rendimentos utilizando-se as práticas agronômicas de manejo para altas produtividades (Pulver, 2001). O estudo atribuiu que grande parte da lacuna de produtividade existente a ineficácia das instituições e sistemas de transferência de tecnologia para identificar oportunidades para o uso da tecnologia existente e melhorar a capacidade dos produtores em utilizá-la.

Em 2003 o Instituto Rio-grandense do Arroz(IRGA) e o Fundo Latino-americano de arroz Irrigado (FLAR) com apoio do Common Fund for Commodities (CFC), iniciaram um programa para fortalecer a transferência de tecnologia, com a finalidade de reduzir as lacunas de produtividade em arroz irrigado no Rio Grande do Sul, Brasil e em Portuguesa e Guarico na Venezuela, via sistemas mais eficientes de transferência de tecnologia. Os resultados do programa demonstraram que com o uso de práticas de manejo de forma integrada aliado ao sistema de transferência de tecnologia “produtor a produtor” foi possível incrementar os rendimentos em mais de 50% mantendo-se ou reduzindo-se os custos de produção (Pulver, et al. 2005).

Como estratégia para apoiar programas de investimento governamental e da iniciativa privada em pesquisa e transferência de tecnologia, realizamos este estudo que apresenta ou atualiza as lacunas de produtividade nos principais países produtores da ALC, bem como uma análise dos fatores que limitam o incremento de rendimentos na região.

MATERIAL E METODOS

Para a atualização das lacunas de produtividade na ALC se utilizaram os dados oficiais de rendimento (média do período 2012, 2013 e 2014), fornecidas pelas instituições afiliadas ao FLAR em cada país em estudo (Flar, 2014). Os dados de potencial de rendimento real foram obtidas das parcelas demonstrativas do programa de agronomia e transferência de tecnologia para altas produtividades do FLAR executado em colaboração com seus sócios (Carmona, 2012). Os dados de rendimento potencial foram obtidos através das médias das variedades testemunha dos viveiros do programa de melhoramento do FLAR em igual período (Flar, 2014).

As fortalezas institucionais foram compiladas dos informes apresentados pelos Países sócios nos Comitês Técnicos anuais do FLAR (Flar, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 se apresenta um resumo com algumas informações importantes para o entendimento das lacunas de produtividade na ALC como: áreas cultivadas, rendimento médio áreas irrigadas (REND); potencial de rendimento em nível a nível experimental (PRE); potencial de rendimento real (PRR), lacuna real de produtividade (LRP- diferença entre

¹ Rice Production Specialist, Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT e Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego – FLAR, l.carmonal@cgiar.org

rendimento potencial real e o rendimento médio nacional), intensidade com que estas áreas são cultivadas (Inten –1 cultivo anual, 2 cultivos anuais); intensidade de uso de agroquímicos IUA, onde: (1- baixo, 2-moderado, 3-médio, 4- elevado, 5- excessivo); e uma análise qualitativa das fortalezas institucionais locais em produção de sementes(Sem), pesquisa (Pes) e extensão (Ext) onde: (1-inexistente, 2-fraca, 3- razoável, 4- média e 5- amplamente atuante).

No contexto da ALC, o maior entrave para o aumento dos rendimentos sem sombra de dúvidas é a completa inexistência de programas de transferência de tecnologia enfocados nos reais problemas dos produtores, hoje em dia este espaço é amplamente ocupado pelas empresas que vendem agroquímicos, que possuem pessoal especializado e programas de financiamento de seus produtos. Na região Tropical e no Caribe é comum a utilização de mais de vinte produtos diferentes ao cultivo (herbicidas, inseticidas, acaricidas, bactericidas, fungicidas, adubos foliares, etc...) aplicados por calendário e com critérios técnicos duvidosos, somando-se a isto, em muitos casos os programas de pesquisa e produção de sementes sofrem com escassez de recursos humanos e financeiros e em muitos casos foram extintos ou nunca existiram.

Tabela 1- Quadro resumo das principais características dos Países produtores da ALC.

	Área (ha)	REND (ton.ha ⁻¹)	PRE (ton.ha ⁻¹)	PRR (ton.ha ⁻¹)	L.R.P (t.ha ⁻¹)	Características			Fortalezas Inst.		
						Irri	Inten	IUA	Sem	Pes	Ext
Brasil (RS)	1.1000.000	7.5	12.5	9.7	2.2	100	1	3	4	5	4
Uruguai	172.000	7.8	12.3	10.2	2.4	100	1	3	5	5	2
Argentina	234.000	6.6	11.5	9.2	2.6	100	1	1	4	4	3
Chile	25.500	5.5	10.5	8.6	3.1	100	1	1	3	3	1
Bolívia	178.000	5.5	10.2	8.2	2.7	10	1	3	1	2	1
Peru	278.000	8.2	15.5	11.2	3.0	95	1	4	3	2	1
Equador	345.000	5.0	10.5	8.2	3.2	70	1/2	5	2	2	1
Venezuela	210.000	5.5	11.0	8.8	3.3	100	2	4	3	3	3
Guiana	280.000	4.0	10.5	7.5	3.5	100	2	2	2	3	3
Panamá	90.000	5.0	10.5	8.2	3.2	20	1	5	2	2	1
C. Rica	60.000	5.0	11.0	8.1	3.1	30	1/2	5	4	2	2
Nicarágua	86.000	5.5	11.5	8.2	2.7	60	2	5	2	1	2
Honduras	12.000	4.5	11.4	8.3	3.8	50	1	4	1	1	1
Dominicana	270.000	5.5	12.0	9.0	3.5	100	2	5	2	2	2
México	32.000	6.6	11.5	9.5	2.9	80	1	3	2	2	3

Como estratégias exitosas para aumentar rendimentos a nível nacional e baixar custos unitários de produção o programa de agronomia do FLAR considera:

Agronomia de Precisão: Se pode observar lacunas de produtividade na ordem de 3 ton.ha⁻¹ em todos países da ALC, ou seja, não existe um limitante genético e sim um limitante de manejo, neste contexto, nos últimos 15 anos identificamos pontos chave no manejo que quando utilizados de forma conjunta e com precisão invariavelmente subimos significativamente os rendimentos, estes pontos são:

- **Preparo antecipado:** Considerando que o período de plantio ideal para altos rendimentos varia entre 15 e 45 dias em todas zonas arroeiras da ALC e invariavelmente coincidem com períodos de média a altos níveis de precipitação pluviométrica é fundamental que os produtores tenham as áreas prontas para o plantio no período que antecede as épocas recomendadas para o mesmo.

- **Época de plantio:** Consiste em implementar o cultivo em uma época onde o período reprodutivo coincida com a maior oferta de luminosidade de cada ambiente em particular.

- **Densidade de Semeadura:** Como estratégia para o manejo de pragas, doenças e acamamento, recomendamos população inicial entre 150-200 plantas/m², que são obtidas com densidades entre 60-100kg.ha⁻¹ de sementes.

- **Tratamento de sementes:** Prática muito importante que visa controlar exclusivamente insetos que atacam o cultivo nas fases iniciais com eficiência e baixo impacto ambiental.
- **Adubação balanceada:** Baseada no potencial de rendimento da variedade e oferta ambiental (fertilidade natural e oferta de luz conforme época de plantio) com especial cuidado no manejo do nitrogênio que deve ser aplicado 80% antes do estágio V4 (4 folhas) em condições de solo seco e incorporado imediatamente com água (máximo 3 dias).
- **Manejo de plantas daninhas:** Manejo integrado que inclui preparo antecipado e uso de ferramentas como dessecações, uso de herbicidas pré-emergentes e aplicações de pós emergentes antes da adubação nitrogenada com posterior inundação permanente.
- **Manejo irrigação:** Manejo de lâminas baixas sempre antes do estágio V4, complementando o controle de plantas daninhas, incorporando o nitrogênio (ureia) que foi aplicado em solo seco e auxiliando no controle de insetos praga.

Rotação de Culturas: Prática fundamental para a manutenção de altas produtividades, por todas as vantagens conhecidas, mas principalmente para o manejo do arroz vermelho e como alternativa de segundo cultivo nas regiões onde se cultivam arroz irrigado em mono cultivo intensificado. Existem enormes desafios para que esta prática possa ser recomendada e utilizada de forma massiva por arrozeiros na ALC, mas já temos bons exemplos como a utilização da soja no Rio Grande do Sul e do milho na Venezuela como alternativas viáveis para programas de rotação com arroz irrigado.

Institutos de pesquisa como o IRGA, no Rio Grande do Sul, INIA, no Uruguai e FLAR já estão direcionando esforços para gerar conhecimento e transferir conhecimentos nesta área, além disso, existe uma demanda por parte dos produtores arrozeiros que entendem que a possibilidade de rotação de cultivos pode ser a forma de viabilizar economicamente seus sistemas de produção.

Fortalecimento dos programas de pesquisa, sementes e transferência de tecnologia: Com base na informação do quadro resumo, podemos ver que existe uma grande variação nas fortalezas institucionais de cada País, porém podemos agrupá-los em dois Grupos:

1-Países do Cone Sul: Apresentam instituições com programas ativos de pesquisa, produção de sementes e esforços em extensão, já experimentaram importantes incrementos em rendimento a nível nacional na última década por terem implementado melhores práticas agronômicas mediante os programas específicos de transferência de tecnologia. Porém ainda encontramos uma lacuna de produtividade real na ordem de 2.3 ton.ha⁻¹, em nossa visão esta lacuna pode ser diminuída consideravelmente a medida que se identifiquem formas mais eficientes para transferir as técnicas da “agronomia de precisão” a cerca de 40% dos produtores que ainda não utilizam estas práticas na região, além do refinamento do manejo por parte dos produtores que já utilizam a tecnologia de forma mais eficiente.

2- Países da Zona Tropical: Em geral apresentam programas de pesquisa com poucos recursos ou inexistentes, problemas em seus sistemas de produção de sementes e quase completa inexistência de programas específicos de transferência de tecnologia. Neste contexto, todo este espaço é ocupado por técnicos vendedores de insumos que aliados a programas de financiamento próprio aproveitam a desinformação dos agricultores para vender quantidades absurdas de agroquímicos. Nesta região observamos duas lacunas: uma de produtividade na ordem de 3.2 ton.ha⁻¹ e outra de custos de produção, na ordem de 500 dolares.ha⁻¹, ambas podem ser diminuídas consideravelmente com o uso de práticas agronômicas mais precisas.

CONCLUSÃO

Existe um grande espaço para melhorar a competitividade dos arrozeiros da ALC, via incremento dos rendimentos e redução dos custos de produção, mediante ao uso de técnicas de manejo melhorado. Para que isto ocorra é fundamental que entendamos os reais problemas dos agricultores e que esforços sejam somados em pesquisa, sementes, mas, sobretudo temos que fortalecer os programas locais de transferência de tecnologia para que o conhecimento chegue de forma eficiente e eficaz aos produtores da região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CARMONA, L. C. Cerrando las brechas de rendimiento en arroz de riego en América Latina y el Caribe. Relatório Anual. Cali, FLAR, 2012, 66p.
- FLAR 2014, **Presentaciones**. Disponível em: <<http://flar.org/investigacion/mejoramiento-genetico/>>. Acesso em: 20 Dez. 2014.
- FLAR 2015, **Presentaciones**. Disponível em: <<http://flar.org/investigacion/agronomia-y-cosecha-de-agua/>>. Acesso em: 10 Jan. 2015.
- PULVER. , E.; Brecha de rendimiento de arroz en América Latina y la región del Caribe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24, 2003, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: IRGA, 2001. 894p., p. 885-886.
- PULVER. E.; CARMONA. L. C. Reduzindo as lacunas de produtividade em arroz irrigado na Venezuela e no Rio Grande do Sul. Relatório Anual – Safra 2004/2005. Cachoeirinha, IRGA, 2005, 54p.

VIABILIDADE DA PRODUÇÃO DO ARROZ EM SUCESSÃO A CULTIVOS DE ADUBOS VERDES E ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA

Nayara Fernanda Siviero Garcia¹, Maria Aparecida Anselmo Tarsitano², Orivaldo Arf², Vagner do Nascimento³, Mayara Rodrigues⁴, Mariele de Souza Penteado⁵

Palavras-chave: *Oryza sativa* L.; plantas de cobertura; análise econômica; lucratividade

INTRODUÇÃO

Com o aumento da demanda por alimentos a cultura do arroz vem tornando-se uma alternativa viável para suprir a alimentação de bilhões de habitantes do mundo todo.

O cultivo de arroz de terras altas em sistema de plantio direto apresenta algumas dificuldades principalmente quanto ao seu desenvolvimento inicial. A escarificação mecânica esporádica do solo em SPD estabelecido pode ser uma alternativa viável para minimizar as limitações físicas nas camadas superficiais do solo ao crescimento das plantas. Alguns trabalhos têm demonstrado aumentos significativos na produtividade das culturas em solos sob SPD escarificado (Camara & Klein 2005, Vieira 2006).

Segundo Teixeira et al. (2009), o uso de plantas de cobertura em sistema de plantio direto é interessante para disponibilizar o nitrogênio da palhada para as culturas em sucessão como o arroz, sendo importante para o desenvolvimento inicial da cultura.

Assim, este trabalho objetivou avaliar economicamente o efeito da descompactação mecânica esporádica do solo e cultivo antecessor de adubos verdes, na produtividade e margem líquida do ganho para o arroz de terras altas, sob irrigação por aspersão, em sistema plantio direto em área de cerrado de baixa altitude.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no ano agrícola 2012/13 em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS, situado a aproximadamente 51° 22' de longitude Oeste de Greenwich e 20° 22' de Latitude Sul, com altitude de 335 m. O solo do local é do tipo Latossolo Vermelho distrófico argiloso (EMBRAPA, 2013). Os valores médios anuais de precipitação anual, temperatura e umidade relativa do ar são, respectivamente, 1.370 mm, 23,5°C e 75%.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados disposto em um esquema fatorial 5x2, com 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de diferentes plantas de cobertura (pousio, *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, *Urochloa ruziziensis* e *Pennisetum glaucum*) com e sem escarificação mecânica. Aplicou-se em toda área experimental em 10/07/2012, 1.600 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico a lanço. O preparo do solo com escarificador foi realizado em 09/08/2012, em parte da área experimental, antes da semeadura das plantas de cobertura (PC), com escarificador de sete hastes à profundidade de trabalho de 0,30 m e largura da faixa de corte de 2,10 m. Na parte escarificada foi realizada uma operação com grade leve. Todas as plantas de coberturas (PCs) foram semeadas manualmente em 14/08/2012, sem adubação, com uso de matracas e espaçamento entrelinha de 0,45 m. A densidade de semente utilizada para o guandu anão (60 kg ha⁻¹), crotalaria e milheto (30 kg ha⁻¹), *Urochloa* (12 kg ha⁻¹). Todas as PCs foram dessecadas aos 63 dias após a semeadura (DAS) com os herbicidas glyphosate (1.440 g

¹ Engenheiro Agrônomo Mestrando UNESP – Ilha Solteira, Av. Brasil, 56 (Centro), Ilha Solteira (SP), E-mail: nayaragarcia.agro@gmail.com

² Professores da UNESP – Ilha Solteira.

³ Engenheiro Agrônomo Pós-Doutorando da UNESP – Ilha Solteira

⁴ Engenheiro Agrônomo Graduando UNESP – Ilha Solteira.

⁵ Engenheiro Agrônomo UNESP – Ilha Solteira.

ha⁻¹ do i.a.) + 2,4-D (670 g ha⁻¹ do i.a.). Após 10 dias da dessecação, realizou-se uma operação com triturador mecânico em todas as PCs.

Dez dias após a operação com triturador mecânico, foi realizada a semeadura mecânica do arroz de terras altas, com densidade necessária para obter uma população de 180 plantas m⁻² utilizando-se o cultivar IAC 203, em 13/11/2012, sendo conduzida sob irrigação por aspersão.

Os demais tratos culturais e fitossanitários foram os normalmente recomendados à cultura do arroz para a região. A colheita manual das parcelas do arroz foi realizada aos 106 DAE das plantas, sendo em 04/03/2013.

Quanto a análise econômica, utilizou-se a técnica da orçamentação parcial, descrita em Noronha (1987), e também utilizada em análises de experimentos realizadas por Teixeira Filho et al. (2010) e Sabundjian, et al. (2014). A orçamentação parcial é utilizada para analisar decisões que envolvem modificações parciais na organização de uma atividade produtiva. Procurou-se comparar os acréscimos de custos com os de benefícios da decisão. A melhor alternativa foi aquela que ofereceu maiores benefícios líquidos ou margens de ganho maiores (TEIXEIRA FILHO et al., 2010).

As produtividades médias e os custos foram avaliados, sendo os custos com as sementes obtidos por meio de informações de fornecedores da região. O custo do kg das sementes de guandu (R\$ 10,06), crotalária (R\$ 13,50), *Urochloa* (R\$ 13,29) e o milheto (R\$ 1,73), durante a safra de 2013. O custo da operação de escarificação foi de R\$ 60,00 e da semeadura das plantas de cobertura foi de R\$ 100,00 utilizando-se o (AGRIANUAL, 2014). Com base na produtividade média de grãos de cada tratamento, calculou-se o acréscimo de produtividade proporcionado pela utilização das PCs em relação à testemunha (pousio com e sem escarificação).

O valor de produção em cada tratamento foi obtido multiplicando-se a produtividade adicional pelo preço recebido pelos produtores de arroz em casca da região de estudo durante os 10 últimos anos (IEA, 2015). Os preços médios foram indexados pelo Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI) - publicado pela Fundação Getúlio Vargas. A margem de ganho foi obtida pela subtração do (custo da escarificação + custo do kg das sementes das PC + custo da semeadura das PC), do valor da receita da produção em cada tratamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da utilização das plantas de cobertura (pousio, *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, *Urochloa ruziziensis* e *Pennisetum glaucum*), a quantidade de sementes utilizadas e os custos com as plantas de cobertura (sementes + semeadura) e a escarificação, a produtividade de grãos e o acréscimo na produtividade de grãos devido ao uso dessas plantas, o custo da semeadura e da adubação de semeadura e o valor da produção estão apresentados na Tabela 1.

Ao analisar a Tabela 1, observa-se que o cultivo antecessor de guandu resultou em produtividade de grãos do arroz superior à obtida no pousio. O mesmo foi verificado por Gitti et al. (2012) que avaliando o efeito de coberturas vegetais em arroz de terras altas no sistema plantio direto, a maior produção foi alcançada após o cultivo de guandu.

Além disso, nota-se que em todos os tratamentos o uso da escarificação mecânica proporcionou acréscimos na produtividade de grãos do arroz do que na ausência da escarificação. O mesmo foi verificado por Nakayama et al. (2006), que ao avaliarem o sistema de plantio direto em comparação com o plantio convencional, no tratamento com escarificação obtiveram maior produtividade do arroz. E o mesmo foi comprovado por Arf et al. (2001), que obtiveram, no preparo realizado com arado de aiveca e escarificador, produtividade 19% superior à do preparo realizado com grade aradora.

Apesar de ter atingido altas médias de produtividades, a cultura do arroz não apresentou margem de ganho positiva em nenhum dos casos e, isto, pode ser justificado pelo baixo preço recebido pelos produtores nos últimos 10 anos, além disso, a cultura possui um custo

de produção significativo, resultando em baixos índices de lucratividades.

Tabela 1. Quantidades de sementes, produtividades (PG), acréscimos de produtividades e do valor da produção (VP) e a margem de ganho em função das plantas de cobertura (PC) e com ou sem escarificação mecânica (EM), por hectare, na cultura do arroz em Selvíria, MS, Safra 2012/13.

Tratamentos		Qtde. semente: (kg ha ⁻¹)	PG (kg ha ⁻¹)	Acréscimo		Custos (R\$ ha ⁻¹)	Margem de Ganho (R\$ ha ⁻¹)
PC	EM			PG (kg ha ⁻¹)	Valor da Produção ¹ (R\$ ha ⁻¹)		
Pousio	sem	-	4.877	-	-	-	-
Pousio	com	-	5.124	-	-	60,0	-
Guandu	sem	60	5.154	277	203,87	703,6	-499,73
Guandu	com	60	6.074	950	699,20	763,6	-64,40
Crotalária	sem	30	4.532	-345	-253,92	505,0	-758,92
Crotalária	com	30	5.015	-109	-80,22	565,0	-645,22
<i>Urochloa</i>	sem	12	4.118	-759	-558,62	259,5	-818,10
<i>Urochloa</i>	com	12	4.451	-673	-495,33	319,5	-814,81
Milheto	sem	30	4.018	-859	-632,22	151,9	-784,12
Milheto	com	30	4.290	-834	-613,82	211,9	-825,72

¹Baseado no preço médio pago no Estado de São Paulo, arroz na safra 2013, R\$44,16 por saca de 60 kg (IEA, 2015). ²Preço das operações de escarificação (R\$60,00/hora.ha⁻¹) e da semeadura das plantas de cobertura (R\$100,00/hora.ha⁻¹) (AGRIANUAL, 2014).

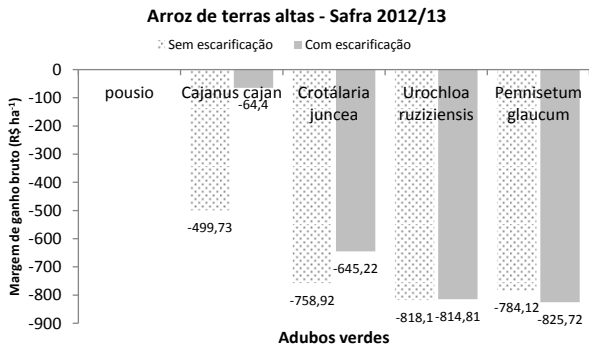


Figura 1. Margem de ganho bruto (R\$ ha⁻¹), nos cultivos antecessores de adubos verdes na primavera e descompactação mecânica do solo, em arroz de terras altas, sob irrigação por aspersão, em sistema de plantio direto estabelecido há 12 anos, no cerrado de baixa altitude, Selvíria, MS, safra 2012/13.

CONCLUSÃO

A produtividade do arroz de terras altas não foi influenciada pelo cultivo antecessor de adubos verdes na primavera.

O arroz de terras altas, cultivado em sucessão a *Cajanus cajan* com escarificação mecânica do solo, proporcionou maior acréscimo de produtividade e margem de ganho bruta, porém negativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARF, O. et al. Resposta de cultivares de arroz de sequeiro ao preparo do solo e à irrigação por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 6, p. 871- 879, jun. 2001.

AGRIANUAL - **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo. 2014.

CÂMARA, R.K.; KLEIN, V.A. Escarificação em plantio direto como técnica de conservação do solo e da água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.5, p.789-796, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. rev. Ampl., Brasília, DF, Embrapa, 2013. 353p.

GASSEN, D. N.; GASSEN, F. R. **PlantioDireto** – O Caminho do Futuro. Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996. 207p.

GITTI, et al. Coberturas vegetais, doses de nitrogênio e inoculação de sementes com Azospirillum brasilense em arroz de terras altas no sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 4, p. 509-517, 2012.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA – IEA, 20115. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/index.php>. Acessado: 29 de maio de 2015.

KLUTHCOUSKI, J. et al. Manejo antecipado de nitrogênio nas principais culturas anuais. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 113, p. 1-24, mar. 2006. Encarte técnico.

NORONHA, J.F. **Projetos agropecuários**: administração financeira, orçamento e avaliação econômica. 2ed. São Paulo, Atlas. 1987, p. 269.

SABUNDJIAN, M. T. et al. Análise econômica da adubação nitrogenada em feijoeiro de inverno sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 4, p. 349-356, 2014.

TEIXEIRA, C.M.; CARVALHO, G.J.; ANDRADE, M.J.B.; SILVA, C.A.; PEREIRA, J.M. Decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milheto e milheto + crotalária no plantio direto do feijoeiro. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v.31, p.647-653, 2009.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; TARSITANO, M. A. A.; BUZETTI, S.; BERTOLIN, D. C.; COLOMBO, A. de S.; NASCIMENTO, V. do. Análise econômica da adubação nitrogenada em trigo irrigado sob plantio direto no cerrado. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.57, n. 4, p. 446-455, jul./ago. 2010.

VIEIRA, M.L. **Propriedades físico-hídrico-mecânicas do solo e rendimento de milho submetido a diferentes sistemas de manejo**. 2006. 104 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2006.

VIABILIDADE ECONÔMICA DA CULTIVAR DE ARROZ DE TERRAS ALTAS BRS ESMERALDA

Osmira Fátima da Silva¹; Carlos Magri Ferreira²; Alcido Elenor Wander³

Palavras-chave: custos de produção, lucratividade

INTRODUÇÃO

O presente estudo teve como objetivo principal analisar a viabilidade econômica da cultivar BRS Esmeralda, para o agronegócio orizícola, na safra 2013/2014.

A cultivar de arroz de terras altas BRS Esmeralda foi lançada em 2013 pela Embrapa Arroz e Feijão e parceiro e, está indicada para plantio nos estados de Goiás, Mato Grosso, Rondônia, Pará, Roraima, Tocantins, Maranhão, Piauí e Minas Gerais. Foi desenvolvida em um esforço conjunto com vários parceiros.

Essa cultivar produziu, em média, 7.525 kg ha⁻¹, nos ensaios conduzidos na safra de 2011/2012, em Santo Antônio de Goiás, GO, demonstrando um elevado potencial produtivo.

A cultivar BRS Esmeralda possui como principais características a alta produtividade, plantas vigorosas com boa arquitetura e senescência tardia (*stay green*). Seus grãos são longo-finos e apresentam ótima qualidade de cocção. A BRS Esmeralda é uma cultivar de ampla adaptação e estabilidade de cultivo nas principais regiões produtoras do Brasil, apresentando tolerância a veranicos superior às outras cultivares do mercado (CASTRO et al., 2014).

Nos ensaios realizados nas principais regiões produtoras de arroz de terras altas no Brasil, a BRS Esmeralda foi comparada a outras cultivares, especialmente a BRS Sertaneja, BRS Primavera e AN Cambará, cultivares de ampla adoção neste sistema de cultivo.

Pode ser também empregada na agricultura familiar, por ter características de planta favoráveis à colheita manual.

A BRS Esmeralda possui um bom nível de resistência às doenças mancha-parda, escaladura-das-folhas e mancha-dos-grãos. Com relação à brusone, principal enfermidade do arroz, a BRS Esmeralda apresenta-se claramente mais resistente que as testemunhas, garantido boa segurança fitossanitária às lavouras.

Os produtores matogrossenses obtiveram o retorno econômico de 39%, em lavouras que adotaram a cultivar de arroz de terras altas BRS Esmeralda, em 2014. Esse expressivo resultado contribuiu para a revitalização da cultura do arroz de terras altas no Mato Grosso, principalmente como opção em sistemas de rotações alternativos, como exemplo, com a soja e integração com pastagem.

MATERIAL E MÉTODOS

Os custos de produção foram levantados a partir da compatibilização dos coeficientes técnicos da produção realizada junto aos produtores dos municípios matogrossenses de Rondonópolis, Água Boa, Sinop e Paranatinga, com levantamentos realizados por meio da aplicação de questionários elaborados pela equipe técnica da Embrapa Arroz e Feijão, na safra 2013/2014.

Para análise do custo de produção desse primeiro ano de avaliação, foram considerados os custos variáveis com insumos, operações com máquinas e implementos (com base na hora alugada) e serviços (mão-de-obra). Também, foram consideradas despesas com pós-colheita, ou seja, com a secagem do arroz. Os coeficientes técnicos são

¹ Economista, Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, Km 12, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás - GO, osmira.silva@embrapa.br.

² Doutor em Desenvolvimento Sustentável, Embrapa Arroz e Feijão.

³ Doutor em Ciências Agrárias (Concentração: Economia Agrícola), Embrapa Arroz e Feijão, alcido.wander@embrapa.br.

cruzados com os preços médios recebidos pelos produtores. Os dados foram tabulados e formatados em uma planilha em Excel, desenvolvida na Embrapa Arroz e Feijão.

Para a análise da viabilidade econômica da cultivar de arroz de terras altas BRS Esmeralda considerou-se, além do preço o levantamento dos fatores de produção, para a composição do custo total variável (insumos) e operacional da lavoura, com as unidades de aferição conforme suas especificações. Desta forma se estabeleceu as relações de benefício/custo, no balanço econômico da cultivar de arroz de terras altas BRS Esmeralda, sob o âmbito de sistemas de produção de culturas temporárias, preconizada por Guiducci et al. (2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O custo médio da produção de 60 sc.60 kg ha⁻¹ da cultivar de arroz de terras altas BRS Esmeralda, foi de R\$ 1.732,00 ha⁻¹, com uma receita bruta de R\$ 2.400,00 ha⁻¹ e foi estabelecido conforme as fases de implantação e manejo da cultura (Tabela 1).

O preço de equilíbrio da saca de 60 kg de arroz de terras altas da cultivar BRS Esmeralda foi de R\$ 28,87, ou seja, valor mínimo possível de venda da saca do produto sem prejuízos. O preço médio recebido pelos produtores pela saca de 60 kg foi de R\$ 40,00, considerando um produto com 55% de grãos inteiros, na região referenciada de abrangência da tecnologia.

O preparo do solo para o plantio foi realizado com a aração, utilizando-se arado de aivecas, grade aradora e niveladora. A acidez do solo foi corrigida com a calagem, na dosagem de 1,5 toneladas de calcário dolomítico, por hectare.

Para o tratamento de 70 kg ha⁻¹ de sementes da cultivar de arroz de terras altas BRS Esmeralda, foi usado o inseticida Carbossulfan (Fênix), na dosagem de 1,40 kg ha⁻¹.

Na adubação de base, por ocasião da semeadura, foram aplicados 300 kg ha⁻¹ do formulado NPK 05-25-15 mais 20 kg ha⁻¹ de sulfato de zinco. A adubação nitrogenada foi feita em cobertura com 150 kg ha⁻¹ do formulado NPK 20-00-20, empregando-se distribuidor traçado por trator.

No tratamento fitossanitário, foi empregado o fungicida Azoxistrobina + Ciproconazol (0,35L ha⁻¹), para o controle da brusone.

A colheita foi mecanizada, com o uso da colhedora automotriz.

No trabalho de pós-colheita, foram considerados os custos com a secagem, com a exposição do produto ao calor natural.

Na média dos componentes do custo de produção, os insumos representaram 52,83% do custo final, seguidos pelas operações com máquinas, 28,70%, serviços, 15,82%, e pós-colheita, 2,65%. Dentre os insumos que mais oneraram o custo final da produção destacam-se os fertilizantes/corretivos (41,34%), seguidos pelas sementes (6,87%) e agrotóxicos (4,62%).

Tabela 1. Balanço econômico da cultivar de arroz de terras altas (*Oryza sativa* L.) BRS Esmeralda, em agricultura empresarial, no Estado do Mato Grosso, na safra 2013/2014.

Fatores de produção	(R\$ ha ⁻¹)	(US\$ ha ⁻¹)	Participação (%)
1. Insumos	915,00	404,51	52,83
- Sementes	119,00	52,61	6,87
- Fertilizantes/corretivos	716,00	316,53	41,34
- Defensivos	80,00	35,37	4,62
2. Operações com máquinas/implementos	497,00	219,72	28,70

3. Serviços (mão-de-obra)	274,00	121,13	15,82
4. Pós-colheita (secagem)	46,00	20,34	2,65
Custo total operacional	1.732,00	765,69	100,00
Receita total	2.400,00	1.061,00	-
Produtividade (kg ha⁻¹)	3.600		
Relação benefício/custo¹⁾	1,39		

¹⁾ Com base nos preços médios de fatores de produção e no preço da saca de arroz de 60 quilogramas (com 55% de grãos inteiros = R\$ 40,00,) recebidos pelos produtores em Mato Grosso (Municípios de Rondonópolis, Água Boa, Sinop e Paranatinga), na primeira semana do mês de abril de 2014. (Paridade: US\$ 1,00 = R\$ 2,2620, em 01/04/14).

Fonte: Dados de pesquisa da Embrapa Arroz e Feijão (Projeto Institucional de Avaliação de Impactos de Tecnologias da Embrapa). Elaborado por SILVA, O. F. da.

Mesmo com a desvantagem dos preços do arroz recebidos pelos produtores em relação aos preços de outros produtos de consumo alimentar, os produtores de arroz de terras altas evidenciaram esforços para que o sistema de produção obtivesse impacto positivo para o agronegócio regional e obtiveram, em 2014, um retorno econômico de 39% sobre o investimento realizado.

CONCLUSÃO

A análise econômica da nova cultivar de arroz de terras altas BRS Esmeralda adotada pelos produtores no sistema de produção em de terras altas, em agricultura empresarial, na abrangência de sua recomendação no Estado do Mato Grosso, na safra 2013/2014, permite inferir que:

- A tecnologia foi economicamente viável, com a relação de benefício/custo de 1,39, ou seja, os produtores obtiveram uma lucratividade de 39% sobre os investimentos realizados com o sistema de produção.
- O custo de produção foi de R\$ 1.732,00 ha⁻¹, o equivalente a US\$ 765,69 ha⁻¹, para uma produtividade de 60 sc.60 kg ha⁻¹. O custo unitário foi de R\$ 28,87 sc.60 kg⁻¹.
- Dos componentes do custo da produção, os insumos foram o fator que mais onerou, representando 53% do custo total. Dentre os insumos, os fertilizantes/corretivos tiveram a maior participação, ou seja, representaram 41,34% do custo final da produção.
- A tecnologia contribuiu para o fortalecimento da cadeia produtiva do arroz de terras altas no Mato Grosso, oferecendo ao produtor maior segurança na obtenção de alta produtividade qualidade de grãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO, A.P. de; MORAIS, O.P. de; BRESEGHELLO, F.; LOBO, V. L. da S.; GUIMARÃES, C. M.; BASSINELLO, P. Z.; COLOMBARI FILHO, J. M.; SANTIAGO, C. M.; FURTINI, I. V.; TORG, P. P.; UTUMI, M. M.; PEREIRA, J. A.; CORDEIRO, A. C. C.; AZEVEDO, R. de; SOUSA, N. R. G.; SOARES, A. A.; RADMANN, V.; PETERS, V. J. **BRS Esmeralda: cultivar de arroz de terras altas com elevada produtividade e maior tolerância à seca**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2014. 4 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 215).

GUIDUCCI, R. C. N.; LIMA FILHO, J. R.; MOTA, M. M. **Viabilidade Econômica de Sistemas de Produção Agropecuários: metodologia e estudos de caso**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 535 p.

SEÇÃO 8 - TECNOLOGIA DE COLHEITA, PÓS-COLHEITA E INDUSTRIALIZAÇÃO DE GRÃOS E SEMENTES

ANÁLISE DA PRODUÇÃO E DO USO DE SEMENTES CERTIFICADAS DE ARROZ NO RS AO LONGO DOS ANOS

Felipe Gutheil Ferreira¹, Athos Dias de Castro Gadea², Flávia Miyuki Tomita³, Gustavo Campos Soares⁴

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., arroz irrigado, qualidade de sementes.

INTRODUÇÃO

O uso de sementes certificadas de arroz tem proporcionado benefícios aos orizicultores gaúchos ao longo dos últimos anos, resultado da qualidade deste insumo. Sementes de alta qualidade proporcionam a máxima expressão dos atributos genéticos, físicos e fisiológicos do material genético a ser reproduzido, tendo como resultado lavouras com melhor estabelecimento. Isso facilita o controle inicial de plantas indesejadas, facilitando também, o seu manejo resultando em lavouras mais produtivas, com grãos de melhor qualidade industrial devido à padronização genética do material colhido. Destaca-se também, que o uso de sementes certificadas contribui para a manutenção das tecnologias hoje existentes nas sementes, tendo em vista o rigoroso controle dos processos de produção desse insumo. Sabe-se que o uso de sementes de baixa qualidade é o principal meio de dispersão de espécies nocivas à cultura. Conforme Ziska et al. (2015) existem diversos genótipos de arroz vermelho oriundos do cruzamento com cultivares comerciais, resultando em plantas e grãos com características muito semelhantes às variedades semeadas e que por vezes são resistentes aos herbicidas que controlam o arroz vermelho.

O Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) tem realizado ao longo dos últimos anos a certificação de sementes de arroz no Rio Grande do Sul (RS) das categorias de semente certificada de primeira geração (C1) e de semente certificada de segunda geração (C2), tanto das suas cultivares como de cultivares de outras empresas obtentoras. Sendo assim, têm-se os dados da produção de sementes certificada neste estado, o que permite realizar a análise desta produção, bem como, da evolução do programa de certificação de sementes no RS. Com base no exposto, este trabalho tem o objetivo de avaliar os dados da produção de sementes certificadas de arroz no RS nos últimos anos, bem como, realizar a análise da sua utilização neste estado.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados apresentados neste trabalho referem-se à produção de semente certificada de arroz realizada pelos produtores de sementes do RS, registrados no Registro Nacional de Sementes e Mudas (Renasem) no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) ao longo dos últimos anos. Identificou-se a área inscrita para produção de semente certificada de arroz no RS desde a safra 2004/2005 até a safra 2014/2015. Também foi realizado o levantamento da produção de semente certificada de arroz da safra 2007/2008 até a safra 2013/2014.

Os dados aqui apresentados fazem parte do Programa de Certificação de Sementes do IRGA. No RS, esta Autarquia é a entidade que realiza o processo de certificação de sementes de arroz, nas categorias C1 e C2, para isso, utiliza-se da Legislação Brasileira sobre Sementes e Mudas (BRASIL, 2007), conforme Lei nº 10.711, de 05 de agosto de 2003; Decreto nº 5.153, de 23 de julho de 2004; Instrução Normativa nº09, de 02 de junho de 2005 e demais regulamentos. O trabalho de certificação de sementes, descrito de modo

¹ Eng. Agrônomo, M.Sc., Instituto Rio Grandense do Arroz, felipe-ferreira@irga.rs.gov.br.

² Eng. Agrônomo Instituto Rio Grandense do Arroz.

³ Eng. Agrônomo Instituto Rio Grandense do Arroz.

⁴ Eng. Agrônomo Instituto Rio Grandense do Arroz.

resumido, consiste em realizar as vistorias nos campos de produção de sementes, ao menos nas fases de floração e de pré-colheita. Caso o campo devidamente homologado pelo MAPA tenha padrão para ser colhido como semente, conforme Instrução Normativa nº 45 de 2013 do MAPA, o produtor realiza a colheita e informa à entidade certificadora o volume total de sementes colhida por campo. Após o seu beneficiamento o certificador do IRGA realiza a coleta das amostras de sementes nas Unidades de Beneficiamento de Sementes (UBS), conforme metodologia existente nas Regras de Análises de Sementes de 2009 (RAS 2009), (BRASIL, 2009). Após a coleta, as amostras, que são representativas de cada lote de semente, são enviadas aos laboratórios de análises de sementes (LAS) do IRGA para realização da análise de qualidade. Esta é realizada conforme as RAS 2009 e demais regulamentos. Caso as amostras estejam conforme os padrões mínimos de qualidade de sementes (Instrução Normativa nº 45 de 2013 do MAPA) recebem o certificado. Todos os registros realizados durante o processo de certificação são realizados e armazenados de modo a possibilitar a rastreabilidade e o controle do processo de produção da semente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando se compara a área inscrita para produção de semente certificada ao longo dos anos (Figura 1), percebe-se o incremento desta, o que evidencia o maior interesse pelo uso deste tipo de sementes nas lavouras de arroz irrigado. Embora o aumento da área para produção de semente certificada tenha sido mais expressivo nas safras 2006/07, 2007/08 e 2010/11, com redução de área no ano agrícola 2011/12, percebe-se também um menor incremento de área, embora contínuo, entre as safras 2011/12 a 2014/15. Análise semelhante foi realizada por Ferreira et al. (2013) até o ano agrícola de 2012/13. O maior interesse pelo uso de sementes também é observado por (Da SILVA & DUTRA, 2014). Os autores identificaram o aumento da comercialização de sementes de arroz no RS entre as safras 2008/09 a 2012/13, com exceção da safra 2010/11, identificando também, o aumento constante da quantidade de semente comercializada para fora do RS.

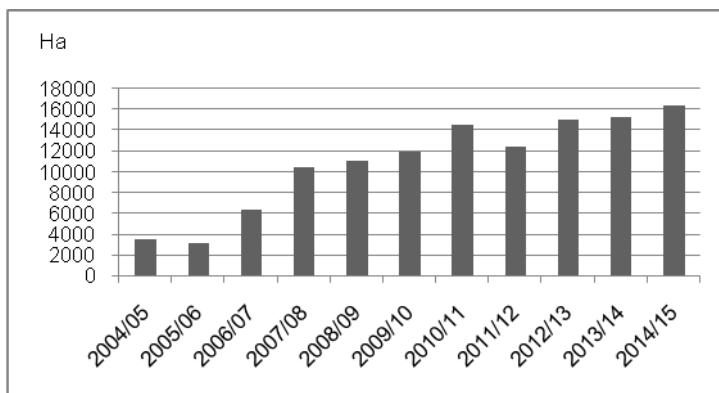


Figura 1. Área inscrita para produção de semente certificada de arroz no RS ao longo dos anos.

Quando se analisa a produção de semente certificada (Figura 2), percebe-se o aumento desta quantidade entre as safras 2007/08 a 2013/14. Destaca-se o fato de ter havido a redução na quantidade de semente certificada na safra 2013/14 quando comparada com a safra 2012/13, embora, ao se analisar a Figura 1, se verifica que as áreas inscritas para produção de sementes foram praticamente as mesmas nestes dois anos agrícolas.

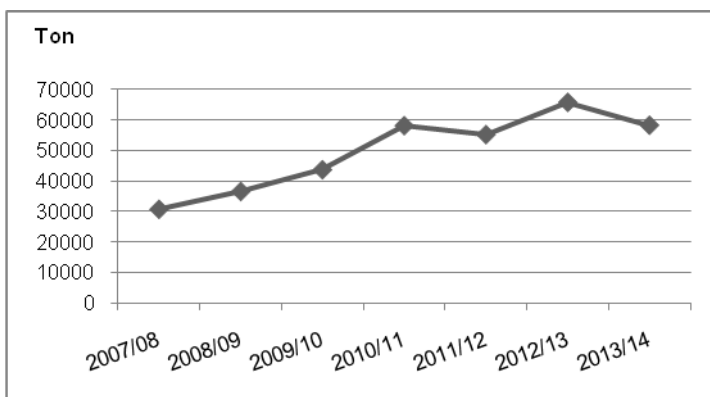


Figura 2. Evolução da produção de semente certificada de arroz no RS

Dados do programa de certificação de sementes do IRGA mostram que a quantidade total de semente analisada para fins de certificação no ano agrícola de 2012/13 superou em 2.543 toneladas a quantidade total analisada na safra 2013/14. Além disso, a taxa média de certificação de sementes no RS, ou seja, toda a quantidade de semente certificada em função da quantidade total de semente analisada para certificação foi de 90,5% na safra 2012/13. Na safra 2013/14 este índice reduziu para 82,6%, ou seja, houve uma redução de 7,9% na taxa de certificação entre os anos agrícolas citados, além da já mencionada, menor quantidade analisada para certificação. Isso explica, em parte, a menor quantidade de semente certificada na última safra. Outro fator, embora não avaliado neste trabalho, e que também pode contribuir para esta redução, refere-se à taxa de aprovação de campos aptos para serem colhidos como sementes.

Ao se observar a Tabela 1, percebe-se um expressivo aumento na oferta potencial de semente certificada para o RS quando comparado os anos agrícolas de 2008/09 a 2014/15. Neste trabalho, entende-se por oferta potencial a possibilidade de uso de toda a produção de semente certificada na safra anterior a sua semeadura nas lavouras comerciais do RS, considerando a densidade de semeadura de 100 kg ha⁻¹. Pretende-se com os dados desta Tabela demonstrar qual a oferta máxima de semente certificada em relação à área semeada com arroz irrigado em cada safra no RS.

Tabela 1. Oferta potencial de semente certificada de arroz em função da área semeada com lavouras comerciais no Rio Grande do Sul

Safras	Área semeada (ha)	Produção de Semente Certificada (toneladas)	Oferta Potencial de Semente Certificada em Função da Área Semeada (%)
2008/09	1.105.728	30.884	28
2009/10	1.088.727	36.687	34
2010/11	1.170.538	43.783	37
2011/12	1.033.729	58.153	56
2012/13	1.082.000	55.238	51
2013/14	1.119.170	65.749	59
2014/15	1.125.420	58.296	52

* Considerando a densidade de semeadura de 100 kg ha⁻¹.

Conforme dados da Tabela 1, entre as safras 2011/12 a 2014/15 houve um acréscimo na área semeada com arroz irrigado no RS de aproximadamente 8,9%, havendo, no entanto, uma pequena redução na oferta potencial de semente neste período, com exceção da oferta disponível na safra 2013/14 que obteve o valor máximo no período de 59%. Deve-se destacar também, que nem toda a produção de sementes é ofertada exclusivamente para os orizicultores gaúchos. Parte desta produção é comercializada para outros estados produtores de arroz irrigado, conforme evidenciaram (DA SILVA E DUTRA, 2014). Quando se analisa a quantidade total de semente certificada e comercializada das cultivares protegidas do IRGA, percebe-se um incremento na quantidade comercializada para outros estados da federação, passando de 27,5% na safra 2011/12 para 34,9% na safra 2013/14. Isso indica estar havendo o aumento da demanda de semente certificada em outros estados do país, evidenciando também a necessidade de se fomentar ainda mais a utilização deste insumo nas lavouras arrozadeiras do RS.

CONCLUSÃO

Ao se realizar a análise da produção de semente certificada de arroz no RS ao longo dos anos percebe-se estar havendo o aumento da área inscrita para produção deste insumo. No entanto, a produção de semente certificada no RS não acompanhou em mesma proporção o aumento da área semeada com arroz nas últimas quatro safras. Além disso, nem toda a produção de semente é utilizada exclusivamente no estado do RS, o que evidencia a necessidade de se realizar ações para fomentar ainda mais o uso deste tipo de insumo no estado gaúcho.

AGRADECIMENTOS

Aos colegas certificadores de sementes lotados na Divisão de Assistência Técnica e Extensão Rural do IRGA (DATER).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa N° 45 de 2013**. Brasília, DF: MAPA/DAS/CSM, 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Legislação Brasileira sobre Sementes e Mudas**: Lei 10.711 de 05 de agosto de 2003, Decreto N° 5.153 de 23 de julho de 2004 e outros. Brasília, DF: MAPA/DAS/CSM, 2007. 318p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análises de sementes**. Brasília, DF: Secretaria de Defesa Agropecuária. 2009. 399 p.
- DA SILVA, A. E. L.; DUTRA, O. I. P. **Produção e comercialização de sementes de arroz no RS, safras 2008/2009 a 2012/2013**. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, CSM-RS, APASSUL. 2014. Disponível em: <http://www.apassul.com.br/sementes>. Acesso em 01 jun. 2015.
- FERREIRA, F.G; GADEA, A. D. C.; MASSONI, P.F.S.; GUMA, J.M.C.R. Evolução da Oferta de Semente Certificada de Arroz no RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, RS: UFSM, Sociedade Sul Brasileira de Arroz Irrigado, 2013. Anais, v.2, p.1386-1389.
- ZISKA, L. H. et al. Weedy (Red) rice: An emerging Constraint to Global Rice Production. **Advances in Agronomy**, In: Sparks, D.L. (Ed.), v. 129, First edition, 2015, p. 181-228, 2015. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/bs.agron.2014.09.003>>. Acesso em: 14 jun. 2015.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ARROZ IRRIGADO TRATADAS COM DIFERENTES BIOESTIMULANTES E DOSAGENS

MANOELLA MACHADO FAGUNDES¹; SABRINA PEREIRA VARGAS²; BENTO ALVENIR DORNELLES DE LIMA³

Palavras-chave: vigor, *Oryza sativa*, germinação.

INTRODUÇÃO

O grão de arroz (*Oryza sativa* L.) tem destaque na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul por ser a matriz produtiva da região juntamente com a pecuária de corte, servindo como alimento, fonte de renda, subsistência e consumo da população. O Rio Grande do Sul é o maior produtor de arroz irrigado do Brasil e embora exista uma baixa taxa de utilização de sementes a expansão da área cultivada e a qualidade das lavouras é uma busca contínua de pesquisadores, extensionistas e produtores rurais. A mistura de dois ou mais reguladores vegetais ou a mistura destes com outras substâncias de natureza bioquímica (hormônios vegetais) resulta em um terceiro produto designado bioestimulante ou estimulante vegetal (VIEIRA, 2001), que podem ser aplicados diretamente nas plantas ou em tratamento de sementes (KLAHOLD et al., 2006). Considerando a importância da cultura para o Estado do Rio Grande do Sul e a insuficiência de estudos sobre o uso de bioestimulantes e seus efeitos sobre a qualidade fisiológica das sementes, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da suplementação de bioestimulante na qualidade fisiológica de sementes de arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitotecnia do Instituto Federal Farroupilha Câmpus Alegrete no ano de 2013. A cultivar utilizada foi BR IRGA 409, concedida pela Cooperativa Agroindustrial de Alegrete LTDA (CAAL). Foram avaliados quatro tratamentos com produtos comercializados como bioestimulantes de sementes na região Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, sendo estes: T1- Biofertil® Gramíneas, garantia: N: 1,0% p/p (13,2 g/L), Mn: 1,0% p/p (13,2 g/L), Mo: 0,1% p/p (1,32 g/L), Zn: 10,0% (132,0 g/L), COT: 6,0% p/p (79,2 g/L); T2- Fertiactyl®, garantia: N: 13%, K₂O: 5%, C Orgânicos: 5%; T3- Seeds Rice®, garantia: P₂O₅: 5%, Ca: 1%, Mg: 0,5%, B: 0,5%, Co: 0,2%, Cu: 1%, Mn: 2%, Mo: 6%, Zn: 1%; T4- Torckk®, garantia: N: 5,5%, P₂O₅: 2% em cinco dosagens: D1- zero mL kg⁻¹ de sementes; D2- 1,00 mL kg⁻¹ de sementes; D3- 1,50 mL kg⁻¹ de sementes; D4- 2,00 mL kg⁻¹ de sementes e D5- 2,50 mL kg⁻¹ de sementes com quatro repetições em sementes tratadas um dia antes dos testes, delineamento ao acaso com fatorial 4 x 5 x 4. Foram realizados Testes de Germinação (TG), e vigor: Primeira Contagem (PC), Envelhecimento Acelerado (EA), Teste Frio (TF), conforme as Regras de Análise de Sementes Brasileira (BRASIL 2009).

Teste de Germinação (TG): O Teste de Germinação (TG) foi realizado utilizando quatro repetições de 100 sementes de cada tratamento e dose, em rolos de papel Germitest® umedecidas, previamente, com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. Os rolos foram colocados no germinador a uma temperatura de 25 ± 2°C de acordo com as recomendações para a espécie (BRASIL, 2009) e a apresentação dos resultados feita pela média aritmética das quatro repetições, em números percentuais inteiros.

¹Acadêmica, Instituto Federal Farroupilha, RS 377, Km 27, 2º Distrito Passo Novo CEP 97555-000 Alegrete-RS, manoellamachadof@gmail.com.

²Acadêmica, Instituto Federal Farroupilha Câmpus Alegrete RS.

³Professor Doutor, Instituto Federal Farroupilha Câmpus Alegrete RS.

Testes de vigor: A primeira Contagem (PC): Foi realizada simultaneamente com o Teste de Germinação (TG) de acordo com as recomendações para a espécie (BRASIL, 2009).

Teste de Envelhecimento Acelerado (EA): Duzentas sementes por repetição foram distribuídas sobre telas de alumínio, suspensas no interior de caixas plásticas do tipo Gerbox® adaptadas, funcionando como compartimentos individuais (minicâmaras), sendo adicionado 40 ml de água destilada. Posterior a este processo, as amostras foram levadas para a estufa com temperatura de 42°C onde ficaram por 72 horas (MARCOS FILHO, 2005). Após este período o material foi colocado na BOD, para a germinação como foi descrito anteriormente por (BRASIL, 2009).

Teste de Frio (TF): O teste foi montado conforme o Teste de Germinação (TG) (BRASIL, 2009). Inicialmente os rolos foram colocados no interior de sacos plásticos, e mantidos em câmara regulada a $10 \pm 2^\circ\text{C}$ durante sete dias. Após este período, os rolos foram transferidos para um germinador à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, onde permaneceram por mais sete dias, de acordo com a descrição de (Cícero e Vieira 1994). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância através do programa SASM - Agri, sendo as médias das variáveis comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os produtos comerciais utilizados para a variável Teste de Primeira Contagem (PC), sendo o valor médio de 81,1% apresentando resultados significativos em relação a testemunha (D1- zero mL kg^{-1} de sementes) (**Tabela I**).

Tabela I – Primeira Contagem (PC) relação entre doses e entre os produtos.

Tratamentos	Teste de Primeira Contagem (PC)					Médias
	0,0	1,0	1,5	2,0	2,5	
Biofertil®	79	85	87	87	86	84,80a
Fertiactyl®	79	81	85	87	83	83a
Seeds Rice®	79	85	82	82	84	82,4a
Torckk®	79	82	85	82	83	82,20a
Médias	79,00b	83,25a	84,75a	84,50a	84,00a	
CV	3,36%					

As médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os produtos comerciais utilizados para a variável Teste de Germinação (TG), sendo o valor médio de 88,05% (**Tabela II**). Já para as diferentes dosagens houve diferença significativa ($P>0,05$), sendo que a testemunha (D1- zero mL kg^{-1} de sementes) apresentou a menor porcentagem de germinação diferindo dos demais tratamentos, exceto da D2- 1,00 mL kg^{-1} de sementes (**Tabela II**).

Tabela II- Teste de Germinação (TG) e relação entre doses e entre os produtos.

Tratamentos	Teste de Germinação (TG)					Médias
	0,0	1,0	1,5	2,0	2,5	
Biofertil®	85	88	92	90	89	88,8a
Fertiactyl®	85	89	89	91	87	88,2a
Seeds Rice®	85	89	86	88	90	87,6a
Torckk®	85	87	88	87	91	87,6a
Médias	85,00b	88,25ab	88,75a	89,00a	89,25a	
CV	2,6%					

As médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os produtos comerciais utilizados para a variável Teste de Envelhecimento Acelerado (EA) sendo o valor médio de 70,75% (**Tabela III**). Já para as diferentes dosagens houve diferença significativa ($P>0,05$), sendo que a testemunha (D1- zero mL kg⁻¹ de sementes) apresentou o menor vigor Envelhecimento Acelerado diferindo dos demais tratamentos, exceto das dosagens D4- 2,00 mL kg⁻¹ de sementes e D5- 2,50 mL kg⁻¹ de sementes (**Tabela III**).

Tabela III -Teste de Envelhecimento Acelerado (EA) relação entre doses e produtos.

Tratamentos	Teste de Envelhecimento Acelerado (EA)					Médias
	0,0	1,0	1,5	2,0	2,5	
Biofertil®	59	90	75	61	66	70,20^a
Fertiactyl®	59	78	82	80	78	75,4^a
Seeds Rice®	59	81	83	67	81	74,2^a
Torckk®	59	61	74	62	65	64,2^a
Médias	59,00b	77,5a	78,5a	67,5ab	72,5ab	
CV	14%					

As médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Para variável Teste de Frio (TF) não houve diferença significativa ($P>0,05$) para dosagens e os diferentes produtos comerciais, sendo a média para Teste de Frio (TF) de 73,45% (**Tabela IV**).

Tabela IV- Teste de Frio (TF) relação entre doses e entre os produtos.

Tratamentos	Teste de Frio (TF)					Médias
	0,0	1,0	1,5	2,0	2,5	
Biofertil®	72	80	71	71	75	73,8a
Fertiactyl®	72	81	71	71	73	73,6a
Seeds Rice®	72	70	73	73	83	74,2a
Torckk®	72	71	73	73	72	72,2a
Médias	72a	75,5a	72a	72a	75,75a	73,45

As médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Esses resultados corroboram com diversas citações na literatura para o uso de bioestimulantes nas principais culturas de interesse comercial. Em algodão, foi observado aumento na porcentagem de emergência e vigor de plântulas, além de maior velocidade de crescimento radicular (VIEIRA; SANTOS, 2005; ALBRECHT et al., 2009). Em soja, o uso de bioestimulantes influenciaram a germinação e a biomassa de matéria seca de sementes e resultaram em plantas com maior altura (KLAHOLD et al., 2006; ÁVILA et al., 2008; CAMPOS et al., 2008)

CONCLUSÃO

- Os quatro produtos tiveram acréscimo semelhante na qualidade fisiológica de sementes tratadas em todas as dosagens em relação à testemunha dose zero.
- A técnica de suplementação com bioestimulantes e fertilizantes avaliados interferiu positivamente na germinação, e vigor em sementes de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRECHT, et al. Aplicação de biorregulador na produtividade do algodoeiro e qualidade de fibra. **Scientia Agraria**, v. 10, p. 191-198, 2009.

ÁVILA, M. R. et al, Bioregulator application, agronomic efficiency, and quality of soybean seeds. **Scientia Agrícola**, v. 65, p. 567- 691, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 365p.

CAMPOS, M. F. et al. Análise de crescimento em plantas de soja tratadas com substâncias reguladoras. **Revista Biotemas**, v. 21, p. 53-63, 2008.

CÍCERO, S.M.; VIEIRA, R.D. Teste de frio. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal : FUNEP, 1994. p.151-164.

GODOY, C.V. SASM-Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimento agrícolas pelos métodos Scott – Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v.1, n.2, p.18-24.

KLAHOLD, C. A. et al. Resposta da soja (*GlycineMax (L.)Merril*) à ação de bioestimulantes. **Acta ScientiarumAgronomy**, v 28, n. 2, p. 179-185, 2006.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

VIEIRA, E. L. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycinemax*(L.) Merrill), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*L.) e arroz (*Oryza sativa* L.)**. 2001. 122p. Tese Doutorado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”; Universidade de São Paulo, Piracicaba.

AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS AGRONOMICAS E INDUSTRIAIS EM GENÓTIPOS CONVENCIONAIS E HÍBRIDAS DE ARROZ IRRIGADO

Mitiel Santos da Silva¹; Cirineu Tolfo Bandeira¹; Marcos da Silva Almeida²; Anderson Fernandes Azevedo³; Joseani da Silveira Talhaferro³; Cláudia Bombassaro Nunes³; Guilherme Ribeiro⁴

Palavras-chave: rendimento de grãos, rendimento de inteiros, renda.

INTRODUÇÃO

A cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) é de grande importância para a economia rio-grandense, responsável por 68,8% da produção nacional do cereal, essa cultura vem se apresentado de maneira muito onerosa ao produtor que com os últimos aumentos das tarifas de energia e outros insumos, ocorridas no ano de 2015, tornam a margem de lucro cada dia mais reduzida. A capacidade do produtor de observar as diferentes variáveis que possam afetar sua produção é de grande importância para a obtenção do lucro no final do processo produtivo.

O ciclo da cultura é uma variável que pode responder diferentemente entre as cultivares comerciais. A razão de se dar ênfase no ciclo é que esse, interfere diretamente no momento da colheita, onde os parâmetros estabelecidos são principalmente o número de dias da emergência ao florescimento e do florescimento a maturação. Segundo Fonseca et al., (2005) tanto colheitas precoces quanto tardias levam a perda de grãos e a apresentação de um produto de baixo valor comercial. Além dessa característica Marchezan (1991) relata que a qualidade física do grão de arroz pós-processo de beneficiamento esta diretamente relacionada com o ambiente de formação dos grãos, manejo utilizado durante o ciclo da cultura, na colheita, na secagem e processamento.

Com a introdução de cultivares híbridas no mercado, busca-se desenvolver cultivares que apresentem alto potencial produtivo, sendo este um dos maiores desafios dos programas de melhoramento. Um dos entraves que ainda dificulta a comercialização dos híbridos é a qualidade do grão, que segundo Lopes (2011) uns dos principais fatores que determina o valor comercial do arroz é a qualidade industrial dos grãos, como porcentagem de grãos inteiros e os defeitos, estes influenciados primeiramente por sua genética seguido de fatores ambientais. O objetivo deste trabalho foi avaliar genótipos convencionais e híbridos sobre características agrônômicas e industriais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do campus Itaqui/UNIPAMPA na safra 2013/2014, nas coordenadas geográficas 29° 12 28 Sul e 56° 18 28 Oeste e altitude de 64 m, em solo classificado como Plintossolo Háplico (EMBRAPA, 2013). O delineamento utilizado foi blocos casualizados com três repetições, sendo cada parcela constituída por nove linhas de cinco metros de comprimento, onde foram consideradas as três linhas centrais como área útil, sendo utilizada a densidade de semeadura recomendada para cada cultivar. As cultivares utilizadas foram: duas comerciais convencionais: Guri Inta CL e Puitá Inta CL, seis híbridos, sendo dois comerciais PRIME CL e QM 1010 e quatro pré-comerciais PC 1 CL, PC 2 CL, PC 3 CL, PC 4 CL.

A semeadura das cultivares foi efetuada com semeadura/adubadura de parcela em 29/10/2013, no espaçamento entre linhas de 0,17 m. A adubação de base e de cobertura

¹ Graduando em Agronomia, Bolsista PET, Campus Itaqui – UNIPAMPA.

² Graduando em Ciência e Tecnologia, Campus Itaqui – UNIPAMPA.

³ Graduando em Agronomia, Campus Itaqui – UNIPAMPA. Rua: Luiz Joaquim de Sá Brito, s/n, bairro Promorar, CEP: 97650-000. E-mail: andersonfernandesazevedo@gmail.com

⁴ Doutor, Docente do curso de Agronomia, Campus Itaqui – UNIPAMPA.

utilizada foi com base na análise de solo. O controle de plantas daninhas, quando necessário, foi realizado com aplicação de herbicida registrado para a cultura.

A colheita do experimento foi realizada de forma manual e a trilha realizada com trilhadeira mecanizada quando os grãos apresentavam teor médio de umidade entre 20 à 23%. Após determinado o rendimento de grãos, bem como sua umidade, foi retirada amostra de um quilograma e posta em estufa de fluxo ar forçado até que os mesmos atingiram 13%. Para a avaliação de grãos inteiros, as amostras passaram em soprador de amostras para remoção de impurezas e cariopses vazias. Após foi coletada uma amostra de 100 gramas de grãos de arroz em casca de cada genótipo, o qual foi passado em engenho de prova (SUZUKI), modelo MT, por 20 segundos pelo processo de descasque e por um minuto para processo de brunimento. Em seguida, os grão brunidos polidos foram pesados e o valor encontrado foi considerado como rendimento de benefício, com os dados expressos em porcentagem. Posteriormente, os grãos brunidos foram colocados no “trieur” número um e a separação dos grãos foi processada por trinta segundos. Os grãos que permaneceram no “trieur” foram pesados, obtendo-se o rendimento de grãos inteiros e grãos quebrados, ambos expressos em porcentagem.

Foram analisadas as variáveis: Dias de emergência a floração (número de dias transcorridos entre a emergência e a floração de 50% das plantas); rendimento de grãos com 13% de umidade; rendimento de inteiros; renda (soma de grãos inteiros e quebrados). Os dados foram submetidos a análise de variância e posterior comparação de médias pelo programa estatístico GENES.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável dias de emergência a floração (DEF) o híbrido PRIME CL foi o que apresentou ciclo mais precoce, diferindo-se estatisticamente dos demais (Tabela 1). O contrário ocorreu com híbrido QM 1010 CL, PC 1 CL e PC 2 CL que apresentaram ciclo mais longo. Esses resultados corroboram com Sosbai (2014) em que o híbrido PRIME CL apresenta ciclo mais curto que QM 1010 CL.

Tabela 1 – Média para os caracteres: dias da emergência ao florescimento (DEF), em dias; rendimento de grãos (RG), em kg.ha⁻¹; rendimento de inteiro (Rend. Int.), em %; e renda (Renda), em %, avaliados em oito genótipos de arroz irrigado: duas cultivares convencionais (Guri Inta CL e Puitá Inta CL), dois híbridos (PRIME CL e QM 1010 CL), e quatro híbridos pré-comerciais (PC), avaliados na safra 2013/14. UNIPAMPA, Campus Itaqui, 2015.

Genótipos	DEF	RG	Rend. Int.	Renda
Guri Inta CL	82 c	8038 b	57.0 a	68.8 a
Puitá Inta CL	84 c	7453 b	53.1 a	67.9 a
PRIME CL	74 d	8359 b	38.4 b	68.0 a
QM 1010 CL	92 a	9844 a	56.4 a	69.1 a
PC 1 CL	91 a	9713 a	55.9 a	67.8 a
PC 2 CL	93 a	8988 a	57.0 a	68.1 a
PC 3 CL	89 b	9127 a	47.5 b	68.5 a
PC 4 CL	90 b	8005 b	54.7 a	67.8 a
Média	87	8691	52.5	68.2
C.V. (%)	1.60	9.71	11.28	1.49

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott & Knott a 5% de significância.

No rendimento de grãos, com exceção ao PRIME CL e PC 4 CL, os híbridos obtiveram rendimento de grãos superior as cultivares comerciais. Uma hipótese para esses melhores

resultados dos híbridos é que, por explorarem o vigor híbrido, obtém maiores rendimentos. O rendimento de grãos de todos os genótipos presentes no trabalho foram superiores à média nacional, que é de 5.108 kg ha⁻¹ (CONAB, 2015a) e a média do estado do Rio Grande do Sul, que é de 7.700 kg há⁻¹ (CONAB, 2015b).

O híbrido PRIME CL foi o que apresentou o menor rendimento de inteiros, porém não diferindo do PC 3 CL. Os demais genótipos apresentaram rendimento de grãos inteiros superior. Isso pode ser explicado, de acordo com Marchezen (1991) uma vez que a qualidade física do arroz após o beneficiamento depende dos efeitos do ambiente, do manejo adotado, dos genótipos e do processo de beneficiamento do arroz.

Quando comparamos a renda entre genótipos testados, esta variável não obteve diferenças estatísticas, mostrando que o híbrido PRIME CL, mesmo apresentando o menor rendimento de grãos inteiros, obteve mesma renda, indicando grande quantidade de grãos quebrados.

CONCLUSÃO

Dentre os genótipos avaliados, QM 1010 CL, PC 1 CL e PC 2 CL se destacaram com rendimento de grãos elevados e com características de beneficiamento adequadas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos colegas do laboratório de sementes da UNIPAMPA/Campus Itaqui que sempre dispostos ajudaram nas atividades desenvolvidas no decorrer do experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONAB a. **Indicadores da Agropecuária**. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_09_15_39_58_revista_maior_2015_-_versao_finalizada_internet.pdf>. Acesso em 15 jun. 2015.

CONAB b. **9º Levantamento grãos safra 2014/15**. Disponível em:

<www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_11_09_00_38_boletim_graos_junho_2015.pdf>. Acesso em 15 jun. 2015.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 3. ed. Brasília: Embrapa Solos, 353 p. 2013.

FONSECA, J. R. et al. **Características morfológicas e pontos de colheitas das cultivares de arroz de terras altas BRS Vencedora e BRS Talento**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 4 p. (Comunicado técnico, 97).

LOPES, M. C. B. et al. Redução do rendimento de grãos inteiros em genótipos de arroz irrigado com o atraso na colheita. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, Balneário Camboriú. **Anais...** Balneário Camboriú: Epagri, 2011, p. 751-754.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria, 2014. 192 p.

[AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS ESTABELECIDOS PELA AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA EM MARCAS COMERCIAIS DE ARROZ BRANCO POLIDO]

[Adriane Lettnin Roll Feijó¹; Tiago André Kaminski²; Taiane Medeiro Ciocheta³]

Palavras-chave: [*Oryza sativa*, microrganismos, *Salmonella*, coliformes]

INTRODUÇÃO

[O arroz (*Oryza sativa* L.) é o segundo cereal mais cultivado no mundo e corresponde a 29% dos grãos utilizados para a alimentação humana (SOSBAI, 2012). O Brasil é o nono produtor mundial, e o maior da América Latina, atingindo a marca de 12.221,7 milhões de toneladas na safra 2013/2014 (CONAB, 2014). O maior produtor brasileiro é o estado do Rio Grande do Sul, que contribui em 67% com a produção nacional, e a fronteira oeste do estado é responsável por 30,8% da produção estadual (IRGA, 2014).

O Brasil destaca-se ainda quanto ao consumo deste grão, com uma demanda anual de 11,7 milhões de toneladas (CONAB, 2014). Dada sua importância na alimentação humana, é imprescindível um programa de segurança alimentar efetivo, mesmo que apenas cerca de 3% das intoxicações alimentares relatadas no país sejam provenientes de cereais (BRASIL, 2011). O monitoramento dos aspectos microbiológicos do arroz é ainda incipiente, com carência de estudos sobre a incidência de microrganismos no produto comercializado.

Os parâmetros microbiológicos de qualidade para alimentos são descritos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) na Resolução da Diretoria Colegiada-RDC nº12 de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001). O arroz não está incluído em um grupo específico, porém por sua similaridade de natureza e processamento pode ser classificado no grupo 10 (farinhas, massas alimentícias, produtos para e de panificação e similares) e subgrupo j (produtos a base de amidos, farinhas, féculas e fubá, semielaborados e estáveis a temperatura ambiente), com limites estabelecidos apenas para *Salmonella* sp e coliformes a 45 °C (BRASIL, 2001).

Diante do exposto, este trabalho se propôs a avaliar bimestralmente os parâmetros microbiológicos estabelecidos pela legislação brasileira em marcas de arroz branco polido comercializadas no estado do Rio Grande do Sul, durante o período de seis meses.]

MATERIAL E MÉTODOS

[Amostras: dez amostras de arroz do grupo beneficiado, subgrupo polido, classe longo fino e tipo 1, foram adquiridas em supermercados das cidades de Itaqui/RS e Santa Maria/RS, nos meses de janeiro, março e maio de 2014, conforme informações descritas na Tabela 1. Os meses de referência correspondem ao mês de coleta da amostra, sendo a amostragem realizada com as embalagens disponíveis no mercado nos respectivos meses, independente de sua data de fabricação. As amostras foram mantidas em suas embalagens originais, acondicionadas em caixas plásticas e temperatura ambiente até o momento das análises microbiológicas.

Diluições seriadas: para a diluição 10⁻¹ utilizou-se 25 g de amostra em 225 mL de água peptonada a 0,1%; após 25 minutos, realizaram-se diluições subsequentes até 10⁻³ (SILVA *et al.*, 2010).

¹ Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa, campus Itaqui, Rua Luiz Joaquim de Sá Brito s/nº, Bairro Promorar, Itaqui/RS, Brasil, 97650-000. E-mail: adrianeifeijo@unipampa.edu.br.

² Doutor, Universidade Federal do Pampa, campus Itaqui.

³ Graduanda do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa, campus Itaqui.

Tabela 1. Informações das amostras de arroz avaliadas.

Amostra	Proveniência	Janeiro/2014	Março/2014	Maio/2014
		Lotes		
1	Pelotas/RS	06SET14 01A	28DEZ14 01A	14FEV15 03A
2	Itaqui/RS	091014	120115	080315
3	São Borja/RS	MT T1 18JBC	MT T1 00AFD	MT T1 11JFD
4	Capão do Leão/RS	CL 48201316	CL 09201414	CL 12201411
5	Santa Maria/RS	11 13	02 14	04 14
6	Camaquã/RS	024H3CAM4	021L3CAM4	024A4CAM4
7	Alegrete/RS	48 M08 M	09 M08 M	04 M09
8	Camaquã e Bagé/RS	5L4313 SLC	D1L/0814 CCB	N1L/1414 CCB
9	Nova Santa Rita/RS	51113	50214	30514
10	Itaqui/RS	36	36	36

Análise de *Salmonella* sp.: realizada utilizando o teste *Salmonella* Express Petrifilm[®] conforme recomendações do fabricante, com posterior leitura de presença/ausência, através do método descrito pelo fabricante (3M DO BRASIL LTDA, 2014).

Análise de Coliformes a 45 °C: foi utilizado o método do Número Mais Provável (NMP) da American Public Health Assotiation (APHA), descrito pela Instrução Normativa nº62 de 26 de agosto de 2003 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2003). Após diluições seriadas, foi realizada a leitura dos tubos que apresentaram leitura positiva no teste presuntivo com Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST). No teste confirmatório utilizou-se Caldo *E. Coli* (EC) e realizou-se comparação com a tabela de NMP para diversas combinações de tubos positivos em séries de três tubos, para diluições seriadas de 10^{-1} a 10^{-3} .

Análise estatística: as amostras foram analisadas em triplicata, os resultados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância no programa Statistica versão 8.0 (STATSOFT, 2007).]

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas informações descritas para as amostras na Tabela 1, pode-se observar que a amostra 10 apresenta o mesmo lote (36) nos três meses avaliados. Neste caso, embora as amostras apresentassem o mesmo lote, as embalagens descreviam diferentes datas de fabricação. Tais constatações, preliminares aos resultados, já demonstram diferenças de tratamento ao produto, pois enquanto algumas marcas de arroz permitiam identificar lotes diários (amostras 1 e 2), semanais (amostra 4) ou mensais (amostra 5), a empresa responsável pela amostra 10 embalou o mesmo lote durante, pelo menos, cinco meses. Outro detalhe importante é a proveniência da amostra 8, que informa diferentes cidades, no entanto as embalagens dos produtos descrevia que as três letras finais do lote indicam o local de produção em Bagé/RS (CCB) ou Camaquã/RS (SLC).

Das dez marcas analisadas, durante os meses de janeiro, março e maio, todas apresentaram ausência para *Salmonella* sp em 25 g de arroz, enquadrando-se no prescrito pela Resolução-RDC nº12 de 2001 da ANVISA, que determina esta análise como obrigatória para a maioria das classes de alimentos e preconiza a ausência deste microrganismo em 25 g de amostra (BRASIL, 2001).

O gênero *Salmonella* é amplamente distribuído na natureza, sendo o trato intestinal de animais de sangue quente seu principal reservatório natural, com maior incidência em aves; porém sua capacidade de disseminação permite que seja encontrado nas mais diversas matérias-primas alimentares por contaminação cruzada (COSTALUNGA e TONDO, 2002; MÜRMANN *et al.*, 2008; SHINOHARA *et al.*, 2008). Assim, a ausência de *Salmonella* em grãos indica suficiente higienização dos equipamentos e manipuladores, bem como a observação de boas práticas na distribuição do produto acabado.

A legislação também preconiza a tolerância máxima de 5.10^1 NMP.g⁻¹ para coliformes a 45 °C em alimentos inclusos no grupo 10, subgrupo j (BRASIL, 2001). Conforme

demonstrado na Tabela 2, todas as amostras apresentaram contagem positiva para coliformes a 45°C e as amostras 6 e 7 superaram o limite preconizado pela legislação nos três meses de análise.

A amostra 6 obteve maior contagem para coliformes a 45 °C em todos os meses, seguida da amostra 7, mas sem diferirem significativamente ($P>0,05$) entre si no mês de maio. As amostras 1, 7 e 10 diferiram significativamente ($P<0,05$) entre os meses das suas coletas. As amostras 1 e 7 tiveram maiores contagens de coliformes a 45 °C no mês de janeiro, sendo que a amostra 7 de maio não apresentou diferença significativa ($P>0,05$) em relação ao mês de maio. Já a amostra 10 demonstrou maior incidência do microrganismo na amostra de maio, sem diferir estatisticamente ($P>0,05$) do mês de março.

Tabela 2. Coliformes a 45 °C nas amostras de arroz.

Amostra	Janeiro/2014	Março/2014 NMP.g ⁻¹	Maio/2014
1	$0,7.10^1 \pm 0,40$ ^{C a}	$0,3.10^1 \pm 0,20$ ^{C b}	$0,3.10^1 \pm 0,20$ ^{B b}
2	$2,8.10^1 \pm 5,24$ ^{C a}	$2,1.10^1 \pm 3,79$ ^{C a}	$1,9.10^1 \pm 1,53$ ^{B a}
3	$1,2.10^1 \pm 1,33$ ^{C a}	$1,2.10^1 \pm 1,00$ ^{C a}	$1,2.10^1 \pm 1,00$ ^{B a}
4	$1,8.10^1 \pm 1,67$ ^{C a}	$2,0.10^1 \pm 0,33$ ^{C a}	$1,7.10^1 \pm 1,67$ ^{B a}
5	$2,1.10^1 \pm 3,48$ ^{C a}	$2,8.10^1 \pm 0,58$ ^{C a}	$2,6.10^1 \pm 4,37$ ^{B a}
6	$1,9.10^2 \pm 16,67$ ^{A a}	$1,4.10^2 \pm 12,02$ ^{A a}	$1,2.10^2 \pm 24,55$ ^{A a}
7	$1,3.10^2 \pm 10,00$ ^{B a}	$5,8.10^1 \pm 11,61$ ^{B b}	$8,4.10^1 \pm 24,13$ ^{A ab}
8	$2,8.10^1 \pm 5,21$ ^{C a}	$1,8.10^1 \pm 1,33$ ^{C a}	$1,9.10^1 \pm 2,33$ ^{B a}
9	$0,9.10^1 \pm 1,04$ ^{C a}	$0,9.10^1 \pm 1,43$ ^{C a}	$0,6.10^1 \pm 1,23$ ^{B a}
10	$0,6.10^1 \pm 1,06$ ^{C b}	$0,6.10^1 \pm 1,23$ ^{C ab}	$1,2.10^1 \pm 1,71$ ^{B a}

Valores numéricos expressos como média \pm desvio padrão seguidos por letras que indicam diferença estatística significativa em nível de 5% pelo teste de Tukey; letras maiúsculas correspondem às diferenças estatísticas entre as médias das colunas e minúsculas das linhas.

A análise de coliformes a 45 °C como indicativo de contaminação fecal em alimentos é um pouco questionada devido às bactérias dos gêneros *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Pantoea* e *Citrobacter* também fermentarem a lactose a 44,5 °C, mas apenas a *Escherichia coli* tem como habitat primário o trato intestinal de animais de sangue quente, além de ser encontrada em outras fontes; enquanto que *Klebsiella* e *Enterobacter* também podem ser encontradas em vegetais e no solo (RODRIGUES *et al.*, 2003; SILVA *et al.*, 2010).

A FAO (Food and Agricultural Organization) e OMS (Organização Mundial da Saúde) não utilizam a análise de coliformes a 45 °C para avaliar a inocuidade de alimentos, porém não descartam a relação com uma maior probabilidade de presença de patógenos entéricos e nem admitem que a ausência indique isenção de bactérias entéricas patogênicas (SILVA *et al.*, 2010). Por outro lado, a presença de coliformes a 45 °C é indicativo de um processo de higienização ineficaz, pois estes microrganismos são facilmente inativados por soluções sanitizantes (RODRÍGUEZ-CAVALLINI *et al.*, 2010).]

CONCLUSÃO

[Com base nos resultados obtidos, conclui-se que todas as amostras de arroz avaliadas estiveram de acordo com o preconizado pela legislação para a incidência de *Salmonella* sp., ou seja, com ausência de bactérias deste gênero; no entanto, as amostras 6 e 7 excederam o limite descrito pela legislação para a incidência de coliformes a 45 °C nos três meses de avaliação, o que é indicativo de contaminação de origem fecal nestas marcas de arroz.]

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[3M DO BRASIL LTDA. PETRIFILMTM - Guia de interpretação para contagem de *Listeria* spp. e *Salmonella* spp., USA, 2009. Disponível em:<http://solutions.3m.com.br/wps/portal/3M/pt_BR/Microbiology/FoodSafety/>. Acesso em: agosto de 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução-RDC n. 12, de 2 de janeiro de 2001. **Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 de janeiro de 2001. Seção 1, p. 45-53.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 62, de 26 de agosto de 2003. **Oficializa os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 de setembro de 2003, Seção 1, p. 14-51.

BRASIL. **Doenças Transmitidas por Alimentos**. Informações Técnicas (on-line) Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. 2011. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/saude/profissional/visualizar_texto.cfm?idtxt=31758>. Acesso em: junho de 2014.

CONAB. **Levantamentos de safra: 2º Levantamento grãos safra 2014/15**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_07_16_14_59_31_boletim_graos_junho_2014.pdf>. Acesso em: julho de 2014.

COSTALUNGA, S.; TONDO, E. C. Salmonellosis in Rio Grande do Sul, Brazil, 1997 to 1999. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 342-346, Dez. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-83822002000400013&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: agosto de 2014.

IRGA. Instituto Riograndense do Arroz. **Safras (2013/2014)**. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/conteudo/4215/safras>. Acesso em: maio de 2014.

MURMANN, L. *et al.* Quantification and molecular characterization of Salmonella isolated from food samples involved in salmonellosis outbreaks in Rio Grande do Sul, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 529-534, Set. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-83822008000300024&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: maio de 2014.

RODRIGUES, K. L. *et al.* Condições higiênicas-sanitárias no comércio ambulante de alimentos em Pelotas-RS. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 447-452, Dez. 2003. Disponível

em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612003000300026&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: junho de 2014.

RODRIGUEZ-CAVALLINI, E. *et al.* Evaluación microbiológica de alimentos listos para consumo procesados por pequeñas industrias costarricenses. **ALAN**, Caracas, v. 60, n. 2, Jun. 2010. Disponível em:

<http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222010000200011&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: maio de 2014.

SHINOHARA, N. K. S. *et al.* Salmonella spp., importante agente patogênico veiculado em alimentos. **Ciência saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 5, p. 1675-1683, Out. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232008000500031&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: junho de 2014.

SILVA, N. *et al.* **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água**. Editora Varela, São Paulo, SP, 2010.

SOSBAI. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Itajaí, SC: Epagri, 2012.

STATSOFT. **Statistica**: data analysis software system. Versão 8.0. StatSoft Inc.: Tulsa, 2007.]

CARACTERES AGRONÔMICOS EM GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO CONDUZIDOS EM ITAQUI/RS

Anderson Fernandes Azevedo¹; Géter Alves Machado²; Cirineu Tolfo Bandeira¹; Joseani da Silveira Talhaferro¹; Mitieli Santos da Silva¹; Cláudia Bombassaro Nunes¹; Guilherme Ribeiro³

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., rendimento de grãos, componentes da produção.

INTRODUÇÃO

O cereal mais presente na mesa de milhões de pessoas é o arroz (*Oryza sativa* L.). A nível mundial fica em segundo lugar em área de cultivo, com aproximadamente 158 milhões de hectares. No Brasil, o cultivo de arroz vem se destacando pelo incremento na produtividade da cultura, tendo a região sul do país como referência deste (SOSBAI, 2014).

Os genótipos com a tecnologia CL ou Clearfield®, são amplamente utilizados na região da Fronteira Oeste em áreas com infestação de arroz vermelho. Dessa forma, avaliar e identificar genótipos que expressem características agronômicas e industriais adequadas são essenciais.

O objetivo do trabalho foi avaliar genótipos de arroz irrigados, quanto ao potencial produtivo e em caracteres agronômicos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do campus Itaqui/UNIPAMPA na safra 2013/2014, nas coordenadas geográficas 29° 12 28 Sul e 56° 18 28 Oeste e altitude de 64 m, em solo classificado como Plintossolo Háplico (EMBRAPA, 2013). O delineamento utilizado foi blocos casualizados com três repetições, sendo cada parcela constituída por nove linhas de cinco metros de comprimento, onde foram consideradas as três linhas centrais como área útil, sendo utilizada a densidade de semeadura recomendada para cada cultivar. As cultivares utilizadas foram: duas comerciais convencionais: Guri Inta CL e Puitá Inta CL, três híbridos, sendo dois comerciais PRIME CL e QM 1010 e um pré-comercial P.C. CL.

A semeadura das cultivares foi efetuada com semeadura/adubadura de parcela em 29/10/2013, no espaçamento entre linhas de 0,17 m. A adubação de base e de cobertura utilizada foi com base na análise de solo. O controle de plantas daninhas, quando necessário, foi realizado com aplicação de herbicida registrado para a cultura.

A colheita do experimento foi realizada de forma manual e a trilha realizada com trilhadeira mecanizada quando os grãos apresentavam teor médio de umidade entre 20 à 23%. Após determinado o rendimento de grãos, bem como sua umidade, foi retirada amostra de um quilograma e posta em estufa de fluxo ar forçado até que os mesmos atingiram 13%. Os outros caracteres - estatura de plantas, em cm; e número de afilhos férteis por metro linear, foram avaliados antes de ser efetuada a colheitas das unidades experimentais. Durante a colheita, também foram coletas dez panículas por unidade experimental, onde posteriormente, em laboratório foram avaliados os caracteres: massa da panícula, em gramas; número de grãos por panícula; e massa de grãos por panícula, em gramas. Para avaliação da massa de mil grãos foram utilizadas os grãos secos das unidades experimentais, onde foram contados, três repetições, de 100 grãos. Os dados foram submetidos a análise de variância e posterior comparação de médias pelo programa estatístico GENES.

¹ Graduando em Agronomia, Campus Itaqui – UNIPAMPA. Rua: Luiz Joaquim de Sá Britto, s/n, bairro Promorar, CEP: 97650-000. E-mail: andersonfernandesazevedo@gmail.com

² Eng. Agr., Estudante do curso de Especialização em Produção Vegetal, Campus Itaqui – UNIPAMPA.

³ Doutor, Docente do curso de Agronomia, Campus Itaqui – UNIPAMPA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as variáveis analisadas foi constatada diferenças entre os genótipos avaliados (Tabela 1). O coeficiente de variação (CV %) do experimento foi baixo para todas as variáveis, evidenciando bom controle experimental (LUCIO et al., 1999).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para os caracteres: estatura de planta (EST), em cm; número de afilhos por metro (NAM); rendimento de grãos (RG), em kg ha⁻¹; massa de mil grãos (MMG), em gramas; massa da panícula (MP), em gramas; número de grãos por panícula (NGP); massa de grãos da panícula (MGP), em gramas; em experimento conduzido em Itaquí/RS, safra 2013/14. UNIPAMPA, Campus Itaquí, 2015.

F.V.	GL	EST	NAM	RG	MMG	MP	NGP	MGP
Blocos	2	1.40	13.40	117687.27	0.05	0.11	94.72	0.09
Genótipos	4	31.33*	342.16**	2772742.17**	10.61**	0.86**	514.98*	0.68*
Resíduo	8	5.23	46.57	257273.27	0.51	0.12	77.05	0.12
Média		67	97	9525.33	25.79	3.41	117.95	3.16
CV(%)		3.41	7.04	5.32	2.77	10.02	7.44	11.05

** e *: significativo a 1 e 5% de probabilidade de erro.

Em relação a estatura de planta, os híbridos QM1010 e o P.C. CL obtiveram as maiores médias em relação aos demais genótipos, que não diferiram estatisticamente entre si. Quanto ao número de afilhos férteis o híbrido QM 1010 e o cultivar convencional Puitá Inta CL obtiveram médias superiores aos 100 afilhos. Para o caractere rendimento de grãos o híbrido QM 1010, com média de 10.737 kg ha⁻¹, se mostrou mais produtivo, já Puitá Inta CL, que obteve a menor média, e os demais com comportamento intermediário. O rendimento de grãos de todos os genótipos presentes no trabalho foram superiores à média nacional, que é de 5.108 kg ha⁻¹ (CONAB, 2015a) e a média do estado do Rio Grande do Sul, que é de 7.700 kg ha⁻¹ (CONAB, 2015b).

Tabela 2 - Média para os caracteres: estatura de planta (EST), em cm; número de afilhos por metro (NAM); rendimento de grãos (RG), em kg.ha⁻¹; massa de mil grãos (MMG), em gramas; massa da panícula (MP), em gramas; número de grãos por panícula (NGP); massa de grãos da panícula (MGP), em gramas; avaliados em cinco genótipos de arroz irrigado, em experimento conduzido em Itaquí/RS, safra 2013/14. UNIPAMPA, Campus Itaquí, 2015.

Genótipos	EST	NAM	RG	MMG	MP	NGP	MGP
Guri Inta CL	64 b*	91 b	9674 b	25.13 c	2.77 b	102 b	2.59 b
Puitá Inta CL	66 b	109 a	8088 c	26.40 b	2.90 b	108 b	2.71 b
PRIME CL	65 b	93 b	9301 b	23.07 d	3.69 a	126 a	3.46 a
QM 1010 CL	69 a	107 a	10737 a	28.20 a	3.91 a	120 a	3.61 a
P.C. CL*	71 a	85 b	9826 b	26.13 b	3.80 a	134 a	3.45 a

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. * P.C. CL: híbrido pré-comercial.

A maior massa de mil grãos (28.20 gramas) obtida pelo híbrido QM 1010, novamente se mostrou mais eficiente em relação aos demais genótipos, e a menor média (MMG) obtida foi a do PRIME CL com apenas 23.07 gramas. As mesmas condições de ambiente e manejo dadas aos genótipos, potencializaram as principais características dos híbridos, que devido a heterose, ou vigor híbrido, estimulou a produção de afilhos e maior massa de mil grãos

contribuindo para um maior rendimento de grãos. Nos que diz respeito a massa de panícula (MP), número de grãos por panícula (NGP) e massa de grãos por panícula (MGP), todos os híbridos foram superiores as cultivares convencionais.

CONCLUSÃO

O híbrido QM 1010 CL apresentou características elevadas para todos os caracteres avaliados. Todos os híbridos apresentam maiores valores para as características de panícula, como maior massa e maior número de grãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONAB a. **Indicadores da Agropecuária**. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_09_15_39_58_revista_maior_2015_-_versao_finalizada_internet.pdf>. Acesso em 15 jun. 2015.

CONAB b. **9º Levantamento grãos safra 2014/15**. Disponível em:

<www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_11_09_00_38_boletim_graos_junho_2015.pdf>. Acesso em 15 jun. 2015.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 3. ed. Brasília: Embrapa Solos, 353 p. 2013.

LÚCIO, A. D. et al. Classificação dos experimentos de competição de cultivares quanto a sua precisão. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 5, p. 99-103, 1999. Disponível em:

<http://www.fepagro.rs.gov.br/upload/1398909669_art_12.pdf>. Acesso em: 15 de jun. 2015.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria, 2014. 192 p.

CARACTERIZAÇÃO CENTESIMAL, TEMPO DE COZÇÃO E PERFIL DE TEXTURA DE ARROZ COM DIFERENTES TEORES DE AMIOSE

Aline Machado Pereira¹, Bianca Pio Ávila², Márcia Arocha Gularte³, Gabriela Dutra Alves⁴, Jander Monks⁵, Karina Medeiros Madruga⁶, Larissa Silveira⁶

Palavras-chave: grão, amido, adesividade.

INTRODUÇÃO

Cultivado em mais de cem países em todos os continentes, exceto a Antártida (JULIANO, 1993), no Brasil, o arroz assumiu grande importância social, econômica e política desde os tempos coloniais, alçando o País à condição de seu maior produtor no hemisfério ocidental (FAO, 2007). O arroz, no Brasil, é consumido principalmente na forma de grãos inteiros, descascados e polidos, ao contrário de outros cereais que são transformados em outros produtos antes do consumo. O arroz é uma excelente fonte de energia, devido à alta concentração de amido, fornecendo também proteínas, vitaminas e minerais e possui baixo teor de lipídios.

A composição nutricional do arroz sofre variações em função das diferentes formas de processamento do grão. As vitaminas e sais minerais deste cereal estão concentrados nas camadas superficiais da cariópse e no germe. A remoção destes durante o processo de beneficiamento causa uma grande redução do seu valor nutricional (AMATO et al., 2002). Da mesma forma como acontece para as proteínas e os lipídios. Os carboidratos são os principais constituintes do arroz e são representados basicamente pelo amido, correspondendo a aproximadamente 90% da matéria seca do arroz polido, estando presente principalmente no endosperma (BAO et al., 2004). O amido de arroz contém dois tipos de macromoléculas, amilose e amilopectina. As proporções em que estas cadeias aparecem diferem entre genótipos, podendo-se classificar os grãos como ceroso (1-2% de amilose), conteúdo de amilose muito baixo (2-12%), baixo (12-20%), intermediário (20-25%) e alto (25-33%) (JULIANO, 1993). Para textura do arroz cozido, o teor de amilose é considerado o mais importante parâmetro de avaliação (CHAMPAGNE et al., 1999). Características culinárias, textura, viscosidade, expansão de volume, dureza e até mesmo a brancura e o brilho do arroz cozido são afetados pelo teor de amilose (ZHOU et al., 2002).

O arroz constitui um produto alimentar básico para cerca de 50% da população mundial. É uma ótima fonte de energia, é rico em amido, fornece proteínas, ferro e vitaminas e varia sua composição de acordo com as linhagens e cultivares (JULIANO, 1993). Portanto objetivou-se nesse trabalho caracterizar a composição centesimal, a atividade de água, o tempo de cocção e as propriedades texturométricas de dureza, adesividade e coesividade de três amostras de arroz com diferentes teores de amilose.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Pós Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos, do Departamento de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal de Pelotas.

¹ Mestranda no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos – DCTA/FAEM - Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão, Campus Universitário, S/N – 96160-000, Capão do Leão, RS – Brasil. E-mail: aline_jag@hotmail.com

² Doutoranda no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos – DCTA – FAEM – Universidade Federal de Pelotas.

³ Professora no Centro de Ciências Química, Farmacêuticas e de Alimentos, da Universidade Federal de Pelotas.

⁴ Graduanda em Engenharia Química - Instituto Federal Sul-Rio-Grandense – Campus Pelotas.

⁵ Professor do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense – Campus Pelotas.

⁶ Graduanda em Bacharelado em Química de Alimentos – Universidade Federal de Pelotas.

Foram utilizadas três amostras de arroz comercial branco polido com diferentes teores de amilose, cedidas por Engenho da cidade de Pelotas. As amostras de arroz livres de impurezas foram moídas em moinho Perten para a obtenção da farinha de arroz para realização das análises. O teor de amilose foi determinado por método colorimétrico com iodo, conforme método de McGranc et al., 1998, com as modificações sugeridas por Hoover e Ratnayake, 2001. As análises da composição centesimal foram realizadas segundo metodologias descritas pela AOAC (2006), os valores de carboidratos incluem a fibra alimentar total. O valor calórico foi calculado usando os fatores de conversão de Atwater de 4kcal/100g para carboidratos e proteínas e 9kcal/100g para lipídios. O tempo de cocção foi avaliado de acordo com a metodologia proposta por Juliano e Bechtel (1985). As amostras de arroz cozidas foram analisadas em texturômetro para determinar os parâmetros de dureza, adesividade e coesividade, através do método proposto por Mohapatra e Bal (2007). A atividade de água foi verificada no medidor Water Activity - Novasina. Os resultados foram avaliados através de análise de variância (ANOVA), seguida do teste de Tukey, de comparação de médias, todos com 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Arroz com alto teor de amilose, normalmente, apresenta grãos secos e soltos, que após o resfriamento podem ficar endurecidos. As cultivares com baixo teor de amilose apresentam grãos macios, aquosos e pegajosos no cozimento. Aqueles com teor intermediário apresentam grãos enxutos, soltos e macios, mesmo após o resfriamento (COFFMAN e JULIANO, 1987). Conforme Juliano, 1993, as amostras de arroz foram caracterizadas segundo seu teor de amilose em Amostra 1 - baixo teor, Amostra 2 – teor intermediário e Amostra 3 – alto teor.

O arroz é considerado como o alimento mais importante para a segurança alimentar do mundo segundo a FAOSTAT, 2014. Algumas variáveis influenciam no valor nutritivo do arroz, estas variáveis estão relacionadas com as condições de cultivo, tais como temperatura, umidade, radiação solar, natureza do solo e absorção, e com as formas de preparo do grão para o consumo. A composição centesimal das três amostras está descrita na tabela 1:

Tabela 1: Composição centesimal (% em base seca) das três amostras de arroz.

Amostra	Composição Centesimal (%)					Kcal
	Umidade	Cinzas	Proteínas	Lipídios	Carboidratos*	
1	12,24 ^a	0,37 ^b	5,96 ^a	1,28 ^a	80,15 ^a	355,91 ^a
2	11,46 ^b	0,38 ^b	5,72 ^a	1,09 ^a	81,35 ^a	358,11 ^a
3	10,33 ^c	0,56 ^a	6,18 ^a	1,37 ^a	81,57 ^a	363,30 ^a

*Os valores de carboidratos incluem a fibra alimentar total. Médias aritméticas simples de três repetições, seguidas por letras minúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Os dados expostos na Tabela 1 demonstram que as três amostras estudadas deferiram significativamente no teor de umidade. O teor de umidade dos grãos de arroz pode ser influenciado principalmente pelo processo de secagem, acondicionamento e armazenamento dos grãos. As três amostras de arroz analisadas encontram-se com a qualidade garantida em relação a esta variável por estarem dentro dos limites de umidade (14%) estabelecidos pela Instrução Normativa 06/2009 e 02/2012 do Ministério da Agricultura e Pecuária, Brasil (BRASIL, 2009).

Já para os resultados de proteínas, lipídios, carboidratos e kcal não houve diferença significativa. A proteína do arroz é constituída por diferentes frações protéicas (albumina, globulina, prolamina e glutelina). A glutelina, maior fração presente no grão de arroz, representa entre 70 a 80% da proteína total (SGARBIERI, 1996). O conteúdo protéico do arroz é considerado baixo, em torno de 7%, entretanto oscila entre 5 e 13%, dependendo

principalmente da diferenças varietais (KENNEDY e BURLINGAME, 2003), da adubação nitrogenada e radiação solar (JULIANO e BECHTEL, 1985). O valor de proteínas para as três amostras analisadas está dentro do que se encontra na literatura. O polimento do grão provoca perdas significativas de nutrientes como lipídios, cinzas e fibras, sendo estas amostras comerciais, esta é uma variável que não pôde ser controlada. O teor de lipídios no grão também pode ser afetado pelas características genotípicas podendo ser observadas concentrações inferiores a 1% no arroz polido (WALTER et. al., 2008). No caso das três amostras analisadas, estas apresentaram teor maior que mencionado na literatura. Os valores de carboidratos estão um pouco abaixo que os valores encontrados por Walter et al. (2008), que encontrou em seus estudos resultados de 87,58% para o arroz branco polido. Segundo o meso autor, as variações para os carboidratos podem de influenciadas pelo genótipo e processamento do grão refletindo significativamente no percentual de amido. A amostra 3 diferiu significativamente das demais para o teor de cinzas, que é o resíduo inorgânico que permanece após a queima da matéria orgânica. O teor de cinzas nos grãos de arroz é dependente da cultivar, do manejo, do clima e da localização geográfica da cultura do arroz (LAMBERTS et al., 2007).

Tabela 2: Valores de A_w , tempo de cocção e propriedades texturométricas.

Amostra	A_w	Tempo de cocção (minutos)	Dureza (N)	Adesividade ($N.s^{-1}$)	Coesividade (g.sec)
1	0,745 ^a	11:52 ^b	2871,098 ^a	-189,956 ^a	0,249 ^a
2	0,696 ^a	11:28 ^b	2732,422 ^a	-157,360 ^b	0,257 ^a
3	0,622 ^b	14:23 ^a	2385,819 ^a	-27,134 ^c	0,280 ^a

*Médias aritméticas simples de três repetições para A_w e tempo de cocção e 5 repetições para os parâmetros texturométricos, seguidas por letras minúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A atividade de água da amostra 3 diferiu significativamente das demais, sendo este um dos parâmetros mais importantes na conservação de alimentos, tanto no aspecto biológico como nas transformações físicas. Valores entre 0,60 - 0,84, onde se enquadram os encontrados nas amostras de arroz, são considerados seguros do ponto de vista sanitário, pois não há crescimento de bactérias patogênicas. O tempo de cocção da amostra 3 também diferiu significativamente das demais, sendo que esta teve maior tempo de cocção.

Para os valores de dureza e coesividade não houve diferença significativa, já para adesividade as três amostras diferiram significativamente. Os valores obtidos para os parâmetros de dureza e adesividade diminuíram inversamente proporcionais ao aumento dos teores de amilose, ou seja, à medida que aumenta o teor de amilose, os atributos sofrem uma diminuição dos seus valores. A adesividade é representada por valores negativos, pois é determinada no sentido contrário da dureza no texturômetro, portanto, quanto mais negativo maior a adesividade. Conforme aumentou o teor de amilose o grão se mostrou mais quebradiço, com isso diminuindo a resistência a compressão e consequentemente reduzindo a sua dureza. Na Tabela 2, observa-se que grãos com menor teor de amilose apresentam maior pegajosidade, caracterizando um arroz que gruda, conforme o teor de amilose aumenta caracteriza um arroz mais solto após o cozimento. O parâmetro de coesividade apresentou comportamento diretamente proporcional ao aumento do teor de amilose. Os resultados obtidos para dureza, adesividade e coesividade estão de acordo com os encontrados por Bueno, 2008, que estudou a viscoamilografia na estimativa do teor de amilose e características de consumo de arroz.

CONCLUSÃO

As amostras com teores de amilose baixa, média e alta possuem uma caracterização química diferente, isso se dá pela variação que pode ocorrer entre diferentes cultivares

devido a fatores genéticos e ambientais. A composição química do arroz é influenciada por fatores como as condições de pré-armazenamento, armazenamento, variedade e o sistema de beneficiamento. Já para as propriedades texturais, nota-se que o teor de amilose possui grande influência, principalmente para coesividade e adesividade. Portanto, os resultados obtidos são válidos para que o produtor tenha uma referência de valores e possa auxiliar na escolha entre cultivares de baixa, média e alta amilose na hora do plantio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMATO, G. W.; CARVALHO, J. L. V.; SILVEIRA F^o, S. **Arroz parboilizado: tecnologia limpa, produto nobre**. Ed. Ricardo Lenz, Porto Alegre, 2002. 240p.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of Analysis**. 18ed. Washington DC US, 2006.
- BAO, J. et al. Analysis of genotypic and environmental effects on rice starch. 1. Apparent amylose content, pasting viscosity, and gel texture. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 52, p. 6010-6016, 2004.
- BRASIL - Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: DNDV/CLAV, 2009.
- CHAMPAGNE, E. T. et al. Correlation between cooked rice texture and rapid visco analyser measurements. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 76, n. 5, p. 764-771, 1999.
- BUENO, P. D. F. **Viscoamilografia na estimativa do teor de amilose e características de consumo de arroz**. 2008. 69p. Dissertação – Universidade Federal de Pelotas.
- COFFMAN, W. R.; JULIANO, B. O. Rice. In: OLSON, R. A.; FREY, K. J. Nutritional quality of cereal grains: Genetic and agronomic improvement. Madison: **American Society of Agronomy**, cap. 5. p.101-131, 1987.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistical Database**, 2007.
- FAOSTAT, 2014. **Crop Production Data**. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome, Italy.
- HOOVER, R.; RATNAYAKE, W. Determination of total amylose content of starch. In: WROLSTAD, R.E. (Ed.) **Current protocols of food analytical chemistry**. John Wiley and Sons, USA, 2001. *Section E*, Unit 2–3.
- JULIANO, B. O. **Rice in human nutrition**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 1993. 168p.
- JULIANO, B. O.; BECHTEL D. B. The rice grain and its gross composition. In: JULIANO, B. O. (Ed.) **Rice: chemistry and technology**. Minnesota: American Association of Cereal Chemists, 1985, chap. 2, p. 17-57.
- KENNEDY, G.; BURLINGAME, B. Analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspective. **Food Chemistry**, v.80, n.4, p. 589-596, 2003.
- LAMBERTS, L et al. Effect of milling on colour and nutritional properties of rice. **Food Chemistry**, Wokingham, v. 100, p.1496–1503, Oct 2007.
- McGRANE, S.J. et al. A simple and rapide colourimetric method for determination of amylose in starch products. **Starch/Stärke**, Weinheim, v.50, p.158-163, March 1998.
- MOHAPATRA, D.; BAL, S. Effect of degree of milling on specific energy consumption, optical measurements and cooking quality of rice. **Journal of Food Engineering**, v. 80, p. 119-125, 2007.
- SGARBIERI, V. C. Fontes de proteínas na alimentação. In: SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos**. São Paulo: Varela, 1996. p.139-257.
- WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, p.1184-1192, 2008.
- ZHOU, Z.; ROBARDS, K.; HELLIWELL, S.; BLANCHARD, C. Review: composition and functional properties of rice. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 37, p. 849-868, 2002.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE GRÃOS DE ARROZ AROMÁTICO

Bianca Ávila¹, Aline Pereira³, Guilherme Bragança³, Angélica Nicoletti², Reni Rockenbach², Gabriela Dutra Alves⁴, Jander Monks⁵, Moacir Cardoso Elias⁶, Márcia Arocha Gularte⁶

Palavras-chave: Basmati, exportação, diversificação, nutritivo

INTRODUÇÃO

O arroz mais procurado no mercado mundial é genericamente conhecido como Basmati (SAKILA et al., 1999). O arroz Basmati, com sistema de cultivo irrigado, apresenta grão extra-longo-fino, característica desejável para a exportação. O arroz conhecido como aromático é originário das planícies centrais da Tailândia, onde começou a ser cultivado há mais de 4000 anos (BASTOS et al., 2001). Desconhecido no mundo ocidental, o arroz aromático também chamado de 'gourmet', é exaltado por suas características nutricionais e, em alguns casos, medicinais. O arroz Basmati é considerado por especialistas como um dos mais agradáveis do mundo (BASTOS et al., 2001).

Atualmente, os dois grandes mercados de importação dos aromáticos estão localizados no continente europeu, nos Estados Unidos e no Oriente Médio. A demanda por esse tipo de alimento é crescente (COUGO, 2014).

Nas regiões do mundo onde o arroz aromático é apreciado, seu consumo chega a ser quase três vezes maior do que o tipo tradicional (sem aroma), sendo uma boa alternativa para pequenos produtores que queiram diversificar seus produtos (MIRANDA, 2006).

Suas características nutricionais têm ganhado destaque, pois possui baixo índice glicêmico se comparado ao arroz branco comum, também possui alto teor de magnésio, selênio, potássio, fósforo, fibras e vitaminas do complexo B (BARAKATUN, 2010). Poucos são os trabalhos que abordam as características de grãos de arroz do tipo aromático. Portanto, objetivou-se nesse trabalho avaliar as características físico-químicas do arroz aromático Basmati, podendo, assim, verificar sua adaptação às exigências do mercado consumidor.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Pós Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos, do Departamento de Ciência e Tecnologia, na Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", na Universidade Federal de Pelotas, utilizando grãos de arroz branco IRGA 417 classificado como tipo 1 longo-fino (*Oryza sativa* L.) considerando-se como padrão de referência e grãos de arroz aromático Basmati cultivar 370 (*Oryza sativa* L.) tipo 1, os grãos posteriormente foram moídos para a realização das análises físico-químicas. Os grãos foram submetidos às seguintes análises:

Composição centesimal: a composição foi determinada segundo as metodologias da AOAC (2006).

Caracterização física: Dimensões: determinação do comprimento, largura e espessura de 100 grãos com três repetições.

Peso de mil grãos: segundo a metodologia descrita por Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

¹ Eng. Agrº M.Sc. Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas – Av. Eliseu Maciel s/n Caixa Postal 354 Cep 96160-000- Campus Capão do Leão. Email: biancaagronomia@yahoo.com.br

² Doutorandas PPG Ciência e Tecnologia de Alimentos – UFPEL

³ Mestrands PPG Ciência e Tecnologia de Alimentos – UFPEL

⁴ Graduanda Engenharia Química - Instituto Federal Sul-Rio-Grandense – Campus Pelotas

⁵ Professor do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense – Campus Pelotas

⁶ Professores PPG Ciência e Tecnologia de Alimentos – UFPEL

Perfil colorimétrico: o perfil colorimétrico foi analisado através do perfil branquimétrico e do perfil colorimétrico pelo sistema CIELAB.

Parâmetros de cocção: os parâmetros de cocção foram avaliados de acordo com a metodologia proposta por Gularte (2005). Foram avaliadas as características de cocção das amostras de arroz pelos parâmetros de tempo de cocção, rendimento volumétrico e rendimento gravimétrico, na proporção de grão:água (1:2).

Teor de amilose: foi determinado pelo método colorimétrico de iodo de acordo com McGranc (1998) com modificações de Hoover e Ratnayake (2001).

Estatística: os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por Tukey, ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição centesimal do arroz Basmati e do arroz referência, IRGA 417, são apresentados na tabela1.

Tabela 1 - Composição centesimal do arroz aromático Basmati e do arroz referência IRGA 417

%	Basmati	IRGA 417
Proteína bruta	8.2±0.02 ^a	6.71±0.0 ^b
Lipídios	1.24±0.01 ^a	0.98±0.02 ^b
Cinzas	0.66±0.0 ^a	0.55±0.01 ^b
Fibra solúvel	1.3±0.1 ^b	1.8±0.1 ^a
Fibra insolúvel	3.3±0.1 ^a	1.77±0.1 ^b
Umidade	12±0.03 ^b	13±0.02 ^a
Carboidratos	73.3±0.02 ^b	75.14±0.02 ^a

¹Médias acompanhadas por letra diferente na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

O arroz aromático apresentou-se com um conteúdo protéico superior ao do arroz referência. Embora a proteína não seja o componente mais usual para predizer a qualidade culinária do arroz, variedades de arroz com baixo conteúdo protéico geralmente apresentam maior adesividade entre os grãos cozidos (JULIANO, 2009) sendo então o arroz Basmati com melhor tendência a soltabilidade.

Quanto ao teor de lipídios, o arroz Basmati possui valor maior que o arroz referência podendo ser levemente mais suscetível à oxidação lipídica, os conteúdos de lipídios no arroz polido são baixos, visto que estes componentes encontram-se nas camadas periféricas do grão, sendo removidos no beneficiamento (NAVES, 2007).

O teor de cinzas do arroz aromático foi superior ao arroz não aromático. Como as amostras são originadas do mesmo sistema de cultivo, mas de regiões diferentes, obtiveram assim resultados diferentes. O teor de cinzas nos grãos de arroz é dependente da cultivar, do manejo, do clima e da localização geográfica da cultura do arroz (LAMBERTS et al.,2007).

Nesse trabalho o conteúdo de fibra solúvel e insolúvel do arroz aromático e do arroz referência foi diferente (p<0,05), o conteúdo de fibras em um alimento é um dado importante, pois a fibra insolúvel age retendo grandes quantidades de água e aumentando o volume fecal, o que causa um efeito laxativo. A fibra solúvel tem a habilidade de diminuir o trânsito gastrointestinal e retardar a absorção da glicose, (GUILLON; CHAMP, 2000). Verificou-se que a umidade dos grãos referência (13%) e Basmati (12%) estão abaixo de 14%, o que está dentro da faixa de comercialização de arroz.

Quanto ao teor de carboidratos, houve diferença significativa (p≤0,05) entre as variedades, destacando-se com maiores valores o arroz referência provavelmente devido ao

menor conteúdo de fibras que esta variedade oferece, conforme observado por Sharp (2006).

Caracterização física: verificou-se que o arroz não aromático possui comprimento de 6,4mm, espessura 1,95mm, largura 2,11mm, a amostra de arroz aromático possui comprimento de 7,84mm, espessura 1,74mm e largura 1,79mm, isso demonstra que o arroz aromático Basmati apresenta o grão mais longo e mais fino, sendo ambos classificados como longo-fino conforme o que determina a Instrução Normativa 06/2009 e 02/2012 do Ministério da Agricultura e Pecuária, Brasil (Brasil, 2009).

Peso de mil grãos: seu maior valor foi no arroz Basmati com 33,23g, sendo a amostra do arroz referência 27,81g, comportamento similar foi encontrado por Luz e Treptow (1998) ao compararem variedades nacionais e tailandesas.

Perfil colorimétrico: o perfil é demonstrado na tabela 2.

Tabela 2- Perfil colorimétrico de arroz aromático Basmati e não aromático (IRGA 417) - UFPEL-DCTA

Cultivares	L* ^{1/2}	a*	b*	Brancura	Transparência
Basmati	71,86 ^a	-0,63 ^a	12,69 ^a	41,5 ^a	3,2 ^a
IRGA 417	70,80 ^a	-0,56 ^b	10,14 ^b	42,8 ^a	2,9 ^a

^{1/2} Médias de três repetições quando seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Quanto à cor, as duas variedades apresentaram luminosidade (L*) sem diferença significativa (p≤0,05), mas para a coordenada a* e coordenada b* houve diferença, sendo o arroz referência tendendo menos para a cor amarela que o arroz aromático. Com relação aos valores de brancura, o arroz referência não teve diferença quanto ao arroz Basmati, assim como sua transparência. De acordo com os resultados obtidos, o arroz Basmati apresenta características desejáveis de cor, pois segundo Pereira (2009) o consumidor brasileiro prefere grãos de arroz de coloração branca.

Parâmetros de cocção: as determinações dos parâmetros de cocção revelam que os tempos de cocção do arroz padrão e do arroz Basmati diferem significativamente (p≤0,05) ambos com tempos de 16 e 14 minutos respectivamente. O rendimento gravimétrico do arroz Basmati foi de 252,8% e do arroz referência 263,8%. O rendimento gravimétrico está relacionado à absorção de água pelos grãos durante o cozimento, como o arroz referência possui um tempo maior de cozimento, seu rendimento também foi maior, conforme observou Gularte (2005). O rendimento volumétrico do Basmati foi de 3,5 vezes e do arroz referência 3 vezes (figura 1a e figura 1b). O arroz aromático apresentou aumento de volume superior, possivelmente devido ao grão ter dimensões maiores ou estar relacionado à composição química do mesmo (SUJATHA et al., 2004).

Teor de amilose: para as duas variedades, o teor de amilose não teve diferença significativa entre elas, arroz aromático 24,1% e padrão 26,1%, que segundo Juliano (2009) foram classificadas de intermediário a alto teor. Teores maiores de amilose proporcionam grãos mais soltos após seu cozimento (JULIANO, 2009). O que indica que o arroz Basmati tem tendência a soltabilidade tanto quanto o arroz referência.

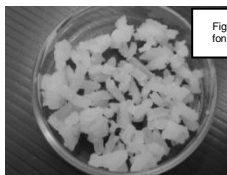


Fig. 1a - Arroz IRGA 417 cozido
fonte: autora



Fig. 1b - Arroz Basmati cozido
fonte: autora

CONCLUSÃO

A variedade aromática possui características físicas semelhantes ao arroz referência, mas possui valores superiores na composição química, principalmente quanto ao conteúdo de fibras. O arroz Basmati é uma alternativa viável para os produtores que buscam alcançar o mercado de exportações e atender o consumo interno ávido por produtos diferenciados e que tragam benefícios à saúde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of Analysis**. 18th ed., Washington, DC US, 2006.
- BARAKATUN NISAK M.Y et al. Improvement of dietary quality with the aid of a low glycemic index diet in Asian patients with type 2 diabetes mellitus. **The Journal of the American College of Nutrition**, Clearwater, v.29, n.3, p.161-170, Jun, 2010.
- BRASIL - Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: DNDV/CLAV, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Norma de classificação, embalagem e marcação do arroz**. Instrução Normativa Nº 6, Diário Oficial da União, Seção 1, Página 3. 2009.
- CEPEA/ESALQ-BM&F. Disponível em: <http://cepea.esalq.usp.br/arroz/Cepea_cong_embraapa_arroz.pdf>. Acesso em: 05 de maio de 2015.
- COUGO, C. A. XXIV Colheita do Arroz. **A competitividade da produção no Rio Grande do Sul: o setor agrícola e as transações internas e externas**. Disponível em: <http://www.colheitaarroz.com.br/palestras/2014/02.pdf>. Acesso em: 05 de maio de 2015.
- GUILLON, F.; CHAMP, M. Structural and physical properties of dietary fibres and consequences of processing on human physiology. **Food Research International**, Toronto, v.33, n.3/4, p. 233-245, April 2000.
- GULARTE, M. A. **Metodologia analítica e características tecnológicas e de consumo na qualidade do arroz**. 2005. 95 f. Tese - Universidade Federal de Pelotas, Brasil.
- HOOVER, R.; RATNAYAKE, W. Determination of total amylose content of starch. In: WROLSTAD, R.E. (Ed.) **Current protocols of food analytical chemistry**. John Wiley and Sons, USA, 2001. Section E, Unit 2–3.
- JULIANO, B.O. (Ed.) **Rice: chemistry and quality**. Nueva Ecija, Philippine, Rice Research Institute Philippines, 2009.
- LAMBERTS, L et al. Effect of milling on colour and nutritional properties of rice. **Food Chemistry**, Wokingham, v. 100, p.1496–1503, Oct 2007.
- LUZ, M.L.; TREPTOW, R. Comportamento de variedades tailandesas de arroz. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v.4, n. 3, p.151-157, Set 1998.
- McGRANE, S.J et al. A simple and rapid colourimetric method for determination of amylose in starch products. **Starch/Stärke**, Weinheim, v.50, p.158-163, March 1998.
- MIRANDA, S. **Estratégia comercial para viabilizar a exportação de arroz**.
- NAVES, M.M.V. **Características químicas e nutricionais do arroz**. Boletim CEPPA, Curitiba, v. 25, p.51-60, jan. 2007.
- PEREIRA, J.A. Comparação entre características agrônômicas, culinárias e nutricionais em variedades de arroz branco e vermelho. *Revista Caatinga*, Mossoró v.22, n.1, p.243-248, Jan 2009.
- SAKILA, M.; IBRAHIM, S. M.; KALAMANI, A. *In vitro* mutagenesis in scented rice cultivars. **Rice Biotechnology Quarterly**, Rock Hill, v. 38, p. 30, July, 1999.
- SHARP, R. N. Quality evaluation of milled aromatic rice from India, Thailand, and the United States. **Journal of Food Science**, Raleigh v.51, n.3, p.634-36, May 1986.
- SUJATHA, S.J. et al. Physicochemical properties and cooking qualities of two varieties of raw and parboiled rice cultivated in the coastal region of Dakshina Kannada, India. **Food Chemistry**, Wokingham, v.86, n.2, p.211-216 June 2004.

CONTAGEM TOTAL DE MESÓFILOS AERÓBIOS E BOLORES EM MARCAS COMERCIAIS DE ARROZ BRANCO POLIDO

[Tiago André Kaminski¹; Everaldo Rodrigo Fatore²; Adriane Lettnin Roll Feijó³]

Palavras-chave: [*Oryza sativa*, microrganismos, bactérias, fungos.]

INTRODUÇÃO

[Cultivado em todos os continentes, o arroz (*Oryza sativa* L.) destaca-se pelo desenvolvimento econômico e social, além da sua importância nutricional; com cerca de 150 milhões de hectares cultivados anualmente, corresponde a 29% dos grãos utilizados na alimentação humana (SOSBAI, 2012).

Da produção mundial, mais de 75% provém do sistema de cultivo irrigado (EMBRAPA, 2015), que propicia umidade necessária para o desenvolvimento de uma ampla variedade de microrganismos ativos (FRITZ *et al.*, 2010). Embora os microrganismos sejam importantes para a cultura, pois participam no controle de pragas e doenças, podem ser transferidos para os grãos e contaminá-los ainda do campo, permanecendo e se desenvolvendo quando esses não são submetidos a adequados processos de pós-colheita (SCAVINO *et al.*, 2010; ELIAS *et al.*, 2007).

A quantidade de aeróbios mesófilos totais incidente em alimentos reflete inversamente a qualidade sanitária do produto, bem como as condições de manuseio, armazenamento e estocagem (DOORES *et al.*, 2013; SILVA, 2000). O desenvolvimento fúngico, comum em cereais, é responsável por perdas na produtividade, redução do valor nutricional e danos à saúde pública (BARBIERI e CARVALHO, 2001). Alguns fungos, como bolores dos gêneros *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. e *Fusarium* sp., são produtores de micotoxinas, embora a presença dos mesmos não necessariamente constitui a de micotoxinas, apenas a possibilidade de contaminação (GUIMARÃES *et al.*, 2010).

A legislação brasileira, através da Resolução da Diretoria Colegiada-RDC nº12 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), não estabelece limites máximos para a presença de aeróbios mesófilos e fungos no arroz (BRASIL, 2001); mas os limites para micotoxinas em alimentos é estabelecido na Resolução nº7 da ANVISA (BRASIL, 2011).

Considerando a relevância sanitária no monitoramento destes parâmetros microbiológicos, foram avaliados bimestralmente a incidência de bactérias mesófilas aeróbias totais e de bolores e leveduras em dez marcas de arroz branco polido comercializadas no estado do Rio Grande do Sul, durante o período de seis meses.]

MATERIAL E MÉTODOS

[Amostras: dez amostras de arroz do grupo beneficiado, subgrupo polido, classe longo fino e tipo 1, foram adquiridas em supermercados das cidades de Itaqui/RS e Santa Maria/RS, nos meses de janeiro, março e maio de 2014, conforme informações descritas na Tabela 1. As amostras foram mantidas em suas embalagens originais, acondicionadas em caixas plásticas e temperatura ambiente até o momento das análises microbiológicas.

Diluições seriadas: para a diluição 10^{-1} utilizou-se 25 g de amostra em 225 mL de água peptonada a 0,1%; após 25 minutos, realizaram-se diluições subsequentes até 10^{-3} (SILVA *et al.*, 2010).

Contagem total de aeróbios mesófilos: realizou-se inoculação por plaqueamento em profundidade adicionando 1 mL de cada diluição seriada em placas descartáveis estéreis

¹ Doutor, Universidade Federal do Pampa – campus Itaqui, Rua Luiz Joaquim de Sá Brito s/n, Bairro Promorar, Itaqui/RS, Brasil, 97650-000. E-mail: efatore@yahoo.com.br.

² Graduando do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa – campus Itaqui.

³ Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa – campus Itaqui.

com etileno e acrescidas de Ágar Padrão para Contagem (PCA), conforme metodologia da American Public Health Association (APHA) e descrito pela Instrução normativa nº62 (BRASIL, 2003). A contagem das colônias foi expressa em unidades formadoras de colônia por grama de amostra (UFC.g⁻¹).

Contagem total de bolores e leveduras: realizou-se inoculação por plaqueamento em superfície com as diluições em placas contendo Ágar Base Dicloran Glicerol 18, preparado conforme recomendação do fabricante. Utilizou-se alça de Drigalski para espalhamento, mergulhada em etanol 70% e flambada entre as diluições, da mais diluída para mais concentrada, conforme recomendações da APHA e descrito pela Instrução normativa nº62 (BRASIL, 2003). Os resultados também foram expressos em UFC.g⁻¹.

Tabela 1. Informações das amostras de arroz avaliadas.

Amostra	Proveniência	Janeiro/2014	Março/2014	Maió/2014
		Lotes		
1	Pelotas/RS	06SET14 01A	28DEZ14 01A	14FEV15 03A
2	Itaqui/RS	091014	120115	080315
3	São Borja/RS	MT T1 18JBC	MT T1 00AFD	MT T1 11JFD
4	Capão do Leão/RS	CL 48201316	CL 09201414	CL 12201411
5	Santa Maria/RS	11 13	02 14	04 14
6	Camaquã/RS	024H3CAM4	021L3CAM4	024A4CAM4
7	Alegrete/RS	48 M08 M	09 M08 M	04 M09
8	Camaquã e Bagé/RS	5L4313 SLC	D1L/0814 CCB	N1L/1414 CCB
9	Nova Santa Rita/RS	51113	50214	30514
10	Itaqui/RS	36	36	36

Análise estatística: as amostras foram analisadas em triplicata, os resultados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância no programa Statistica versão 8.0 (STATSOFT, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas informações descritas para as amostras na Tabela 1, pode-se observar que a amostra 10 apresenta o mesmo lote (36) nos três meses avaliados. Neste caso, embora as amostras apresentassem o mesmo lote, as embalagens descreviam diferentes datas de fabricação. Outro detalhe é a proveniência da amostra 8, que informa diferentes cidades; no entanto, a embalagem dos produtos descrevia que as três letras do lote indicam o local de produção em Bagé/RS (CCB) ou Camaquã/RS (SLC).

Tabela 2. Bactérias aeróbias mesófilas nas amostras de arroz.

Amostra	Janeiro/2014	Março/2014	Maió/2014
	UFC.g ⁻¹		
1	2,6.10 ² ± 40,41 ^{AB a}	3,2.10 ² ± 55,68 ^{BCD a}	2,7.10 ² ± 51,32 ^{CD a}
2	1,7.10 ² ± 36,05 ^{BC a}	4,0.10 ² ± 206,64 ^{BC a}	2,7.10 ² ± 70,00 ^{CD a}
3	3,0.10 ² ± 83,27 ^{AB b}	7,2.10 ² ± 126,62 ^{A a}	3,7.10 ² ± 60,00 ^{BC b}
4	1,7.10 ² ± 26,46 ^{BC b}	5,7.10 ² ± 66,58 ^{AB a}	4,9.10 ² ± 36,05 ^{AB a}
5	1,9.10 ² ± 52,91 ^{BC b}	4,0.10 ² ± 32,14 ^{BC a}	3,5.10 ² ± 76,38 ^{BC a}
6	1,7.10 ² ± 41,63 ^{BC a}	1,9.10 ² ± 45,09 ^{CD a}	1,7.10 ² ± 20,82 ^{D a}
7	2,4.10 ² ± 55,08 ^{B a}	4,6.10 ² ± 151,77 ^{ABC a}	2,2.10 ² ± 15,27 ^{CD a}
8	8,7.10 ¹ ± 30,55 ^{C a}	7,3.10 ¹ ± 40,41 ^{D a}	1,4.10 ² ± 45,83 ^{D a}
9	4,0.10 ² ± 70,24 ^{A a}	4,7.10 ² ± 96,44 ^{ABC a}	5,8.10 ² ± 60,00 ^{A a}
10	5,3.10 ¹ ± 5,77 ^{C c}	2,7.10 ² ± 45,83 ^{BCD a}	1,7.10 ² ± 40,41 ^{D b}

Valores numéricos expressos como média ± desvio padrão seguidos por letras que indicam diferença estatística significativa em nível de 5% pelo teste de Tukey; letras maiúsculas correspondem às diferenças estatísticas entre as médias das colunas e minúsculas das linhas.

Os resultados da Tabela 2 demonstram que todas as amostras tiveram incidência de bactérias aeróbias mesófilas. As amostras 8 e 9 destacaram-se por apresentar menor e

maior contagem de mesófilos aeróbios entre as amostras, respectivamente; sem diferirem significativamente ($P>0,05$) entre suas contagens mensais. Já as amostras 3, 4, 5 e 10 diferiram significativamente entre os meses ($P<0,05$), com maiores contagens no mês de março.

A contagem de bactérias aeróbias mesófilas pode indicar falhas no processamento, mas não a segurança alimentar, já que não diferencia bactérias presentes. Mesmo sem tolerância máxima estabelecida no Brasil, todas as amostras avaliadas apresentaram contagens inferiores para limites descritos pela APHA, de $1,4 \cdot 10^3$ UFC.g⁻¹ (DOORES *et al.*, 2013) e pela FAO e OMS, de $1,0 \cdot 10^4$ UFC.g⁻¹ (para produtos desidratados, consumidos após adição de líquido e emprego de calor) (SILVA *et al.*, 2010).

O ensaio microbiológico utilizado para avaliação dos fungos permite realizar a contagem de bolores e leveduras, porém não se observou o crescimento de colônias com características morfológicas de leveduras. Desta forma, os resultados descritos na Tabela 3 demonstram a incidência de bolores nas amostras.

Tabela 3. Bolores nas amostras de arroz.

Amostra	Janeiro 2014	Março 2014 UFC.g ⁻¹	Maió 2014
1	$1,7 \cdot 10^2 \pm 57,74^B$	ND	$6,6 \cdot 10^1 \pm 57,74^A$
2	ND	ND	ND
3	ND	$1,3 \cdot 10^3 \pm 577,35^A$	$2,7 \cdot 10^2 \pm 152,75^A$
4	$1,3 \cdot 10^2 \pm 57,74^B$	ND	ND
5	$2,3 \cdot 10^2 \pm 57,74^B$	ND	$1,0 \cdot 10^2 \pm 100,00^A$
6	$1,3 \cdot 10^2 \pm 57,74^B$	ND	$3,3 \cdot 10^1 \pm 57,74^A$
7	$4,3 \cdot 10^2 \pm 57,74^{B,a}$	$1,7 \cdot 10^2 \pm 57,74^{B,b}$	$2,3 \cdot 10^2 \pm 57,74^{A,b}$
8	$4,7 \cdot 10^2 \pm 152,75^B$	ND	ND
9	$1,1 \cdot 10^3 \pm 529,15^{A,a}$	$1,7 \cdot 10^2 \pm 57,74^{B,b}$	$1,3 \cdot 10^2 \pm 57,74^{A,b}$
10	$3,3 \cdot 10^2 \pm 115,47^{B,a}$	$2,0 \cdot 10^2 \pm 0,00^{B,a}$	$2,0 \cdot 10^2 \pm 100,00^{A,a}$

Valores numéricos expressos como média \pm desvio padrão seguidos por letras que indicam diferença estatística significativa em nível de 5% pelo teste de Tukey; letras maiúsculas correspondem às diferenças estatísticas entre as médias das colunas e minúsculas das linhas. ND: não detectado (limite de detecção = 100 UFC.g⁻¹).

Das amostras analisadas no mês janeiro, em oito foram constatados bolores, com maior incidência na amostra 9, enquanto as demais não diferiram estatisticamente ($P>0,05$). No mês de março, apenas quatro amostras apresentaram bolores, com maior incidência na amostra 3 e sem diferir significativamente ($P>0,05$) das amostras 7, 8 e 9. Já em maio, em oito amostras verificaram-se bolores, mas sem diferirem entre si ($P>0,05$). Na comparação entre os meses, destacou-se a amostra 2, com contagens de bolores abaixo do limite de detecção (100 UFC.g⁻¹) nos três meses analisados. Já nas amostras 7, 9 e 10 observou-se o contrário, ou seja, incidência de bolores nos três meses. Nas amostras 7 e 9 as contagens foram significativamente maiores no mês de janeiro ($P<0,05$), enquanto que na 10 as contagens não diferiram entre os meses ($P>0,05$) (Tabela 3).

O Brasil, em especial o Rio Grande do Sul, é um país exportador de arroz e precisa observar legislações internacionais no comércio do produto acabado. Na Venezuela, a Norma Venezolana limita a presença de bolores no arroz branco em até 10^3 UFC.g⁻¹ (VENEZUELA, 1986). Já no Peru, a tolerância para bolores em cereais desidratados é maior, com limite de 10^5 UFC.g⁻¹ estabelecido pela Resolução Ministerial Peruana n° 591-2008/MINSA (PERU, 2008). Com base nas recomendações dos países vizinhos, as amostras 3 e 9 coletadas nos meses de março e janeiro, respectivamente, não estariam adequadas à Norma Venezolana; mas todas as amostras estariam adequadas à legislação peruana (Tabela 3). |

CONCLUSÃO

As análises microbiológicas realizadas, embora não tenham limites estabelecidos na legislação brasileira para o arroz, são de interesse sanitário e demonstram que as amostras cumprem limites de tolerância. Mesmo assim, faz-se necessário um maior monitoramento no arroz, visando o cumprimento de padrões sanitários do produto comercializado. |

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBIERI, R. L.; CARVALHO, F. I. F. Coevolução de plantas e fungos patogênicos. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, RS, v.7, n.2, p. 79-83, mai./ago. 2001.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução-RDC n. 12, de 2 de janeiro de 2001. **Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Seção 1, p. 45-53.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 62, de 26 de agosto de 2003. **Oficializa os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 set. 2003. Seção 1, p. 14-51.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução-RDC n. 7, de 18 de fevereiro de 2011. **Dispõe sobre limites máximos tolerados para micotoxinas em alimentos**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 9 mar. 2011. Seção 1, p. 66-67.
- DOORES, S. *et al.* (Ed.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4 ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2013.
- ELIAS, M. C. **Pós-colheita de arroz: Secagem, armazenamento e qualidade**. Pelotas, RS: Editora e Gráfica Universitária, 2007.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo do arroz irrigado no Brasil**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoBrasil/cap01.htm>>. Acesso em: maio de 2015.
- FRITZ, L. L. *et al.* Frequência de *Bacillus* spp. em solos de diferentes sistemas de cultivo de arroz irrigado em Cachoeirinha, RS. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 69, n. 2, p. 405-412, 2010.
- GUIMARÃES, Í. C. O. *et al.* Identificação de *Aspergillus* spp: toxigênico em arroz. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v. 30, supl. 1, p. 60-62, mai. 2010.
- PERU. Resolução Ministerial Peruana n° 591-2008/MINSA. **Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano**. 2008. Disponível em: <<http://www.itp.gob.pe/normatividad/demos/doc/Normas%20Nacionales/Resoluciones%20Ministeriales/59.pdf>>. Acesso em junho de 2014.
- SCAVINO, A. F. *et al.* Bacterial community analysis of the water surface layer from a rice-planted and an unplanted flooded field. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, SP, v. 41, n. 2, p. 411-419, jun. 2010.
- SILVA, J. A. **Tópicos de tecnologia de alimentos**. São Paulo, SP: Editora Varela, 2000.
- SILVA, N. *et al.* **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água**. São Paulo, SP: Editora Varela, 2010.
- STATSOFT. **Statistica**: data analysis software system. Versão 8.0. Tulsa: StatSoft Inc, 2007.
- SOSBAI. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. Itajaí, SC: Epagri, 2012.
- VENEZUELA. COVENIN 2384-86. **Arroz Blanco para uso industrial**. Comisión Venezolana de Normas Industriales. 1986. Disponível em: <<http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/2384-86.pdf>>. Acesso em junho de 2014. |

CORRELAÇÃO ENTRE CARACTERES AGRONOMICOS DE PÓS-COLHEITA E INDUSTRIAIS DE ARROZ IRRIGADO

Geter Alves Machado¹; Anderson Fernandes Azevedo²; Cirineu Tolfo Bandeira³; Mitiel Santos da Silva³; Adriane Lettnin Roll Feijó⁴; Tiago André Kaminski⁵; Guilherme Ribeiro⁵

Palavras-chave: rendimento de grãos, rendimento de inteiros, seleção indireta.

INTRODUÇÃO

O setor arrozeiro exige cada vez mais eficiência, sendo necessário que o produto, no caso o arroz, apresente para o produtor rural elevados índices produtivos, além de altos teores de grãos inteiros, e principalmente, pela indústria, elevada qualidade, sendo exigido cada vez mais arroz com alta soltabilidade na cocção e baixos teores de defeitos. Muitas vezes, esses parâmetros de produtividade e qualidade não andam juntos, sendo necessário realizar estudos para melhor compreensão dos mesmos.

A produtividade de grãos é uma variável complexa e resultante de fatores genéticos e ambientais, independente da cultura, servindo como um importante parâmetro aos trabalhos de melhoramento genético para seleção de plantas superiores. O conhecimento do grau da associação da produtividade de grãos com outros componentes possibilita identificar caracteres que podem ser usados como critérios de seleção indireta para a produtividade (CARGNIN et al., 2010). Segundo os mesmos autores, a identificação e a compreensão das causas envolvidas nas correlações, através da utilização de análises multivariadas, permitem avaliar um grande número de características, e assim, facilitando a análise dos dados.

Um emprego do uso das correlações com sucesso foi observado por Gravois & McNeal (1993), onde através do estudo envolvendo os caracteres componentes da produção em arroz, verificaram ocorrência de correlação negativa entre o número de panículas e a estatura de plantas, concluindo que a seleção de genótipos com menor estatura proporcionam mais panículas por área. O objetivo deste trabalho foi estimar as correlações entre caracteres agrônômicos, de pós-colheita e industrial em genótipos de arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do campus Itaqui/UNIPAMPA na safra 2013/2014. O delineamento utilizado foi blocos casualizados com três repetições, sendo cada parcela constituída por cinco linhas de cinco metros de comprimento, onde foram consideradas as três linhas centrais como área útil, sendo utilizada a densidade de semeadura recomendada para cada cultivar. Os genótipos utilizados foram: duas comerciais convencionais: Guri Inta CL e Puitá Inta CL, três híbridos, sendo dois comerciais PRIME CL e QM 1010 e um pré-comercial P.C. CL.

A semeadura dos genótipos foi efetuada com semedoura/adubadura de parcela em 21/09/2013, no espaçamento entre linhas de 0,17 m. A adubação de base e de cobertura utilizada foi com base na análise de solo. Os tratos culturais seguiram a recomendação da cultura. Durante o período reprodutivo foi mensurado as variáveis estatura de planta, em cm, e número de perfilhos por metro linear. Antes da colheita foram coletas cinco panículas por unidade experimental, para avaliação da massa de panícula, número de grãos por

¹ Eng. Agr., Estudante do curso de Especialização em Produção Vegetal, Campus Itaqui – UNIPAMPA. Rua Luis Joaquim de Sá Brito s/n. CEP 97650000. Itaqui, RS, E-mail: geteralves@yahoo.com.br.

² Graduando em Agronomia, Campus Itaqui – UNIPAMPA.

³ Graduando em Agronomia, bolsista PET, Campus Itaqui – UNIPAMPA.

⁴ Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campus Itaqui – UNIPAMPA.

⁵ Doutor, Docente do Campus Itaqui – UNIPAMPA.

panícula e massa de grãos por panícula. A colheita do experimento foi realizada de forma manual e a trilha realizada com trilhadeira mecanizada quando os grãos apresentavam teor médio de umidade entre 20 à 23%. Após determinado o rendimento de grãos, bem como sua umidade, foi retirada amostra de um quilograma e posta em estufa de fluxo ar forçado até que os mesmos atingiram 13%. De posse dos grãos limpos e secos, foi estimado a massa de mil grãos, através da contagem, de três repetição, de 100 grãos.

Para a avaliação de grãos inteiros, as amostras passaram em soprador de amostras para remoção de impurezas e cariopses vazias. Após foi coletada uma amostra de 100 gramas de grãos de arroz em casca de cada genótipo, o qual foi passado em engenho de prova (SUZUKI), modelo MT, por 20 segundos pelo processo de descasque e por um minuto para processo de brunimento. Em seguida, os grãos brunidos polidos foram pesados e o valor encontrado foi considerado como rendimento de benefício (renda), com os dados expressos em porcentagem. Posteriormente, os grãos brunidos foram colocados no “trieur” número um e a separação dos grãos foi processada por trinta segundos. Os grãos que permaneceram no “trieur” foram pesados, obtendo-se o rendimento de grãos inteiros, ambos expressos em porcentagem.

De acordo com a metodologia proposta por Bassinello et al. (2004) e escala sensorial descrita por Martinez e Cuevas-Perez (1989), a cocção das amostras foi simulada em béqueres graduados e chapa de aquecimento a 400 °C. Cerca de 40 g dos grãos de arroz foram pesados no béquer e posteriormente adicionados de 100 mL de água destilada e 2 mL de óleo de soja refinado. Em seguida, os béqueres parcialmente cobertos foram colocados e mantidos sobre a chapa de aquecimento até a não constatação de água residual. Assim, foram determinadas as variáveis tempo de cocção e soltabilidade (notas atribuídas por um analista treinado para a aparência dos grãos cozidos, sendo 1 = muito pegajoso, 2 = pegajoso, 3 = ligeiramente pegajoso, 4 = solto e 5 = muito solto).

Os dados foram submetidos à análise de variância com finalidade de testar as fontes de variação, e posteriormente efetuada a análise de correlação linear entre todos os caracteres avaliados através do programa estatístico GENES.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentaram variações significativas entre os diferentes genótipos testados para todos os parâmetros avaliados, exceto para tempo de cocção, evidenciando a variabilidade existente de cada genótipo quanto aos componentes primários do rendimento e a qualidade industrial de grãos (Tabela 1).

Tabela 1 - Média para os caracteres: rendimento de grãos (RG), em kg.ha⁻¹; estatura de planta (EST), em cm; número de perfilhos por metro linear (NPML); massa de mil grãos (MMG), em gramas; massa da panícula (MP), em gramas; número de grãos por panícula (NGP); massa de grãos da panícula (MGP), em gramas; renda (Renda), em %; rendimento de interiores (R.I.), em %; tempo de cocção (T.C.), em minutos e soltabilidade (Solt.); avaliados em cinco genótipos de arroz irrigado, em experimento conduzido em Itaquí/RS, safra 2013/14. UNIPAMPA, Campus Itaquí, 2015.

Genótipos	RG	EST	NPML	MMG	MP	NGP	MGP	Renda	R.I.	T.C.	Solt.
Guri Inta CL	9674b*	64b	91b	25.13c	2.77b	102b	2.59b	67.6a	64.4a	22a	2.8b
Puitá Inta CL	8088c	66b	109a	26.40b	2.90b	108b	2.71b	66.9b	64.5a	23a	4.3a
PRIME CL	9301b	65b	93b	23.07d	3.69a	126a	3.46a	68.3a	63.5a	23a	2.8b
QM 1010 CL	10737a	69a	107a	28.20a	3.91a	120a	3.61a	67.7a	49.7b	21a	2.0c
P. C. CL*	9826b	71a	85b	26.13b	3.80a	134a	3.45a	66.7b	43.4b	22a	1.7c

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. * P.C. CL: híbrido pré-comercial.

Diante dos resultados do teste de médias pode-se observar superioridade do híbrido QM 1010 CL para o caráter rendimento de grãos, seguidos dos genótipos Guri Inta CL, PRIME CL e do P.C. CL, ao passo que o cultivar convencional Puitá Inta CL apresentou o menor rendimento de grãos. Possivelmente o Puitá Inta CL tenha apresentado o menor rendimento de grãos por se tratar de um genótipo com o potencial produtivo limitado em relação aos demais genótipos, que foram desenvolvidos mais recentemente, e consequentemente possuem uma melhor tecnologia agregada. Para o caráter estatura de planta foram observadas variações significativas para os genótipos QM 1010 CL e o híbrido pré-comercial, que se apresentaram estatura superior aos demais genótipos. Para o caráter número de perfilhos por metro, os genótipos Puitá Inta CL e o QM 1010 CL demonstraram-se superiores, apresentando uma média de 109 e 107 perfilhos, respectivamente. O caráter massa de mil grãos foi o que apresentou maior variação entre os parâmetros analisados, onde o QM 1010 se sobressaiu em relação aos demais genótipos, e o PRIME CL foi o genótipo com a menor média. Para os parâmetros massa da panícula, número de grãos por panícula e massa de grãos da panícula os genótipos apresentaram comportamentos semelhantes, onde os híbridos foram superiores em relação aos genótipos convencionais nos três caracteres avaliados.

Quanto aos componentes que indicam a qualidade industrial dos grãos, os genótipos PRIME CL, QM 1010 CL e Guri Inta CL apresentaram melhor renda. Para o caráter de rendimento de grãos inteiros os melhores genótipos foram Puitá Inta CL, Guri Inta CL e PRIME CL. Para o caráter tempo de cocção não foi observada diferença significativa entre os genótipos. Em relação ao caráter soltabilidade, o cultivar convencional Puitá Inta CL foi superior aos demais genótipos apresentando um arroz solto após o cozimento, ao passo que o Guri Inta CL e o PRIME CL demonstram como um arroz ligeiramente pegajosos, e os genótipos híbridos QM 1010 CL e o pré-comercial foram os inferiores, ou seja, apresentam como características serem arroz pegajosos, parâmetro indesejado atualmente.

Na tabela 2 são apresentados os resultados das correlações entre os parâmetros estudados referentes aos componentes primários do rendimento e parâmetros indicativos da qualidade industrial de arroz. Para a interpretação das correlações são considerados os aspectos de magnitude, direção e significância, onde estimativas de correlação positivas são resultantes de aumentos de uma determinada variável que influenciam o aumento de outra variável, correlações negativas indicam a tendência de uma variável aumentar enquanto outra diminui (NOGUEIRA et al., 2012).

Tabela 2 – Estimativa do coeficiente de correlação entre os caracteres: rendimento de grãos (RG), estatura de planta (EST), número de perfilhos por metro linear (NPML), massa de mil grãos (MMG), massa da panícula (MP), número de grãos por panícula (NGP), massa de grãos da panícula (MGP), renda (Renda), rendimento de interiores (R.I.), tempo de cocção (T.C.), soltabilidade (Solt.). UNIPAMPA, Campus Itaqui, 2015.

Caracteres	EST	NPML	MMG	MP	NGP	MGP	Renda	R.I.	T.C.	Solt.
RG	0.45	-0.23	0.37	0.63	0.35	0.62	0.25	-0.64	-0.77	-0.89*
EST		-0.09	0.62	0.70	0.70	0.65	-0.55	-0.96**	-0.52	-0.64
NPML			0.53	-0.15	-0.41	-0.12	0.07	0.28	-0.32	0.56
MMG				0.16	-0.07	0.13	-0.48	-0.54	-0.86*	-0.19
MP					0.90*	0.99**	0.19	-0.74	-0.36	-0.74
NGP						0.88*	-0.03	-0.72	-0.01	-0.65
MGP							0.26	-0.69	-0.34	-0.71
Renda								0.43	0.09	-0.03
R.I.									0.57	0.82*
T.C.										0.52

*, **: Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t.

Os resultados apresentados pela análise de correlação demonstram influência negativa de alta magnitude entre os componentes primários de rendimento com os parâmetros indicativos de qualidade dos grãos. Esta afirmativa pode ser verificada entre RG e Solt. (-0,89), evidenciando que genótipos de arroz irrigado com elevados potenciais produtivos e híbridos sofrem penalização quanto à qualidade industrial de grãos, e consequentemente não possuem uma boa aceitação pelas indústrias beneficiadoras. Outro parâmetro que apresentou correlação significativa positiva foi entre RI e Solt. (0,82). Neste caso o aumento do rendimento de grãos inteiros também está diretamente relacionada com a solubilidade dos grãos, desta maneira genótipos que apresentam rendimento de grãos elevados também apresentam boa qualidade culinária, tendo boa aceitação e melhor remuneração paga aos produtores por este tipo de produto.

CONCLUSÃO

O rendimento de grãos apresenta correlação negativa com a solubilidade dos grãos após cocção, dessa forma, genótipo com elevado potencial produtivo apresenta características de consumo, solubilidade, baixas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASSINELLO, P. Z. et al. **Avaliação de diferentes métodos de cocção de arroz de terras altas para teste sensorial**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. 8 p. (Comunicado Técnico Online, 84).
- CARGNIN, A. et al. Diversidade genética em cultivares de arroz e correlação entre caracteres agrônômicos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n.1, p. 053-059, 2010. Disponível em: <<http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/issue/view/130>>. Acesso em: 15 de jun. 2015.
- GRAVOIS, K.A.; McNEAL, R. W. Genetic relationships among and selection for Rice yield and yield components. **Crop Science**, v. 33, p. 249-252, 1993. Disponível em: <<https://www.crops.org/publications/cs/abstracts/33/2/CS0330020249>>. Acesso em 15 de jun. 2015.
- MARTÍNES, C.; CUEVAS-PEREZ, F. **Evaluación de la calidad culinária y molinera del arroz**. Cali: Centro Internacional de Agricultura tropical, 1989. 75p.

[CORRELAÇÃO ENTRE VALOR COMERCIAL E PARÂMETROS DE IDENTIDADE DE MARCAS COMERCIAIS DE ARROZ POLIDO]

[Thomas Duzac Escobar¹; Tiago André Kaminski²; Maurício Gomes Locatelli³; Taiane Medeiro Ciocheta⁴; Cassio Augusto Milbradt⁵]

Palavras-chave: [classificação, preço, defeitos, grãos quebrados, rajados.]

INTRODUÇÃO

[O Brasil é o maior produtor de arroz fora do continente asiático e nono maior produtor mundial, tendo o estado do Rio Grande do Sul como maior produtor, cooperando com 67% da produção nacional que alcançou a marca de 12.221,7 milhões de toneladas na safra 2013/2014 (CONAB, 2013).

O consumo de arroz ocorre principalmente na forma de grãos inteiros, descascados e polidos, obtidos a partir do processo de beneficiamento, que consiste na remoção da casca e do farelo do grão por meio das etapas de descascamento e polimento, respectivamente (ELIAS, 2007). A preferência do consumidor brasileiro inicia pela classe dos grãos, fazendo com que a grande maioria das variedades de arroz cultivadas no Brasil seja da classe longo-fino (agulhinha), associada à maior qualidade culinária do que grãos das classes curto e médio (AMATO & ELIAS, 2005). Entretanto, a qualidade do arroz pode ter diferentes significados, visto de diferentes formas, podendo variar na finalidade de consumo, do grupo envolvido e do tipo de processamento (LIMA et al., 2006).

Os parâmetros de qualidade para o arroz são atualmente estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) mediante da Instrução Normativa n. 6, de 16 de fevereiro de 2009, na qual constam as normas para identidade, qualidade, embalagem e apresentação do arroz. A partir destes parâmetros, é proporcionado um sistema de comercialização por classes e tipos, considerando os fatores de qualidade associados à limpeza, uniformidade, condições sanitárias e pureza do produto (BRASIL, 2009). Esta Instrução Normativa acarretou em produtos com maior qualidade, reduzindo a tolerância para a incidência de defeitos, porém onerou a indústria que, por sua vez, passou a descontar mais dos fornecedores de matérias primas e a repassar o custo ao consumidor.

O trabalho teve como objetivo avaliar a correlação entre defeitos e preço de dez marcas comerciais de arroz branco polido comercializadas em mercados do Rio Grande do Sul durante o ano de 2014.]

MATERIAL E MÉTODOS

[Amostras e condução do experimento: as amostras de arroz do grupo beneficiado, subgrupo polido, classe longo fino e tipo 1 foram adquiridas em mercados das cidades de Itaquí/RS, Santa Maria/RS e Porto Alegre/RS a cada dois meses (meses ímpares) no ano de 2014. A aquisição considerou três repetições de cada marca, mesmo lote e data de fabricação nas embalagens, que receberam códigos de identificação (números de 1 a 10), conforme Tabela 1. Os procedimentos de amostragem foram conduzidos no laboratório de Processamento de Alimentos da Universidade Federal do Pampa (Unipampa), campus Itaquí. A classificação das repetições foi realizada no Laboratório de Sementes da Unipampa e em duas empresas locais de certificação (Ascar-Emater e Clacereais).

¹ Graduando do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa – campus Itaquí, Rua Luiz Joaquim de Sá Brito s/n, Bairro Promorar, Itaquí/RS, Brasil, 97650-000. E-mail: thomas-skt@hotmail.com.

² Doutor, Universidade Federal do Pampa – campus Itaquí.

³ Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa – campus Itaquí.

⁴ Graduanda do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa – campus Itaquí.

⁵ Classificador de grãos da Ascar/Emater.

Tabela 1. Informações das amostras de arroz avaliadas.

Am	Proveniência	Janeiro	Março	Maio	Julho	Setembro	Novembro
		Lotes					
1	Pelotas/RS	06SET1401 A	28DEZ1401 A	14FEV1503 A	10ABR1503 B	22JUN1501 A	14JUL1501 C
2	Itaqui/RS	091014	120115	080315	270415	040715	080815
3	São Borja/RS	MTT118JBC	MTT100AFD	MTT111JFD	MTT100JFD	FLT145APD	FLT109APD
4	Capão do Leão/RS	CL48201316	CL09201414	CL12201411	CL23201413	CL31201411	CL40201411
5	Santa Maria/RS	11 13	02 14	04 14	04 14	07 14	05 14
6	Camaquã/RS	024H3CAM4	021L3CAM4	024A4CAM4	021D4CAM4	021F4CAM4	021I4CAM4
7	Alegrete/RS	48M08 M	09M08 M	04M09	16M08 M	33M08	37M09
8	Camaquã e Bagé/RS	5L4313SLC	D1L/0814 CCB	N1L/1414 CCB	N3L/1914 CCB	D3L/3214 CCB	N2L/4314 CCB
9	Nova Santa Rita/RS	51113	50214	30514	20614	40814	50914
10	Itaqui/RS	36	36	36	37	39	39

Análise de identidade: as classificações seguiram o roteiro descrito na Instrução Normativa n. 6, de 16 de fevereiro de 2009, do MAPA (BRASIL, 2009), com determinação do percentual de incidência para grãos quebrados e quirera, amarelos, picados e manchados, mofados e ardidos, rajados, gessados, matérias estranhas e impurezas e marinheiros.

Análise estatística: foram estimadas as correlações entre as variáveis mensuradas, por meio de correlações lineares de Pearson (r), considerando $n = 180$ amostras (10 marcas \times 6 meses \times 3 repetições), com auxílio do software Statística 8.0 (STATASOFT, 2007), além do aplicativo Microsoft Office Excel®.]

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas informações descritas para as amostras na Tabela 1 pode-se observar que a amostra 5 apresenta o mesmo lote (01 14) nos meses de maio e julho; enquanto que apenas um lote (36) da amostra 10 contempla os meses de janeiro, março e maio, e outro (39) contempla os meses de setembro e novembro. Nestes casos, embora as amostras apresentassem o mesmo lote, as embalagens descreviam diferentes datas de fabricação. Estas constatações, preliminares aos resultados, já demonstram diferenças de tratamento ao produto, pois enquanto algumas marcas de arroz permitiam identificar lotes diários (amostras 1 e 2), semanais (amostra 4) ou mensais (amostra 5), a empresa responsável pela amostra 10 embalou o mesmo lote durante, pelo menos, cinco meses. Outro detalhe importante é a proveniência da amostra 8, que informa diferentes cidades de proveniência na Tabela 1 (Bagé e Camaquã/RS); no entanto, as próprias embalagens dos produtos adquiridos informavam que as três letras finais do lote indicam o local de produção em Bagé/RS (CCB) ou Camaquã/RS (SLC).

A Figura 1 permite observar que, de forma geral, os preços de aquisição das amostras de arroz aumentaram progressivamente no decorrer do ano de 2014. Os preços variaram de R\$ 1,60 a 3,14 por kg, referentes à amostra 9 em janeiro e maio e à amostra 1 em novembro, respectivamente. As amostras 7, 2, 1 e 3, em ordem crescente, apresentaram maiores preços; enquanto que a amostra 9 destacou-se pelos menores preços em todos os meses de aquisição.

Na classificação, alguns defeitos não foram constatados e/ou incidiram em quantidades muito baixas nos grãos de arroz. Tais defeitos correspondem aos grãos mofados e ardidos, gessados, quirera, marinheiros, matérias estranhas e impurezas, cujos resultados não foram utilizados na correlação, pois não variaram significativamente entre as marcas e entre os meses de avaliação ($P > 0,05$).

Destaca-se que apenas 50% das amostras (2, 3, 4, 8 e 10) estiveram de acordo com a legislação quanto à incidência de defeitos em todos os meses avaliados, cumprindo a denominação de arroz “tipo 1” descrita nas embalagens (BRASIL, 2009). A amostra 3

apresentou os menores valores entre as amostras ($P<0,05$) para os defeitos avaliados durante todo o período de estudo. Outra constatação foi a padronização das amostras 3 e 4, as únicas que não diferiram significativamente ($P>0,05$) em nenhum dos defeitos analisados no decorrer dos meses.

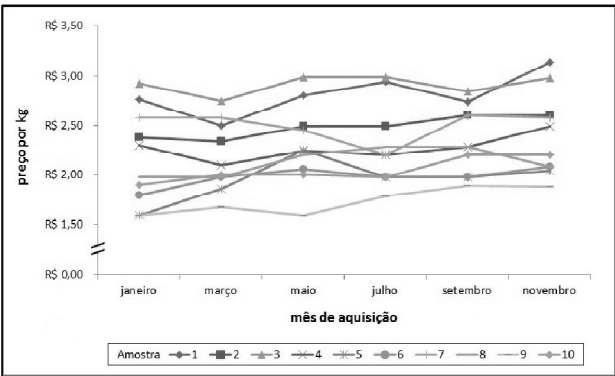


Figura 1. Preços das amostras de arroz adquiridas durante o ano de 2014

Na Tabela 2 estão demonstradas as correlações entre as variáveis testadas através do teste de correlação de Pearson.

Tabela 2. Coeficiente de correlação de Pearson para as variáveis determinadas.

Variáveis	Preço	Grãos quebrados	Grãos amarelos	Grãos picados e manchados	Grãos rajados
Preço	-	-0,64 *	-0,33 *	-0,59 *	-0,61 *
Grãos quebrados		-	0,22	0,25	0,41 *
Grãos amarelos			-	0,38 *	0,61 *
Grãos picados e manchados				-	0,63 *
Grãos rajados					-

Valores numéricos (r) seguidos de asterisco (*) indicam correlação significativa em nível de 5%.

Observou-se que quanto maior o preço do arroz, menor a incidência de grãos quebrados ($r = -0,64$ e $P = 0,000$), amarelos ($r = -0,33$ e $P = 0,009$), picados e manchados ($r = -0,59$ e $P = 0,000$) e rajados ($r = -0,61$ e $P = 0,000$). Tais correlações sugerem que o valor comercial está atrelado à matéria-prima e ao processo de beneficiamento do arroz. Já a incidência de grãos quebrados esteve correlacionada à de rajados ($r = 0,41$ e $P = 0,001$); enquanto que a incidência dos rajados esteve atrelada à de grãos amarelos ($r = 0,61$ e $P = 0,000$) e de picados e manchados ($r = 0,63$ e $P = 0,000$) (Tabela 2).

A incidência de defeitos atrelados sugere tratamentos diferenciados entre as marcas comerciais de arroz, provavelmente na origem e seleção de matérias primas, bem como no processo de industrialização e estabelecimento dos padrões internos de qualidade.

A ocorrência de cada tipo de defeito tem causas específicas, como por exemplo: operações de brunimento e polimento no beneficiamento são responsáveis por cerca da metade dos grãos quebrados, enquanto o restante é decorrente de fatores como secagem muito rápida, grãos imaturos, grãos gessados e a distribuição irregular da umidade nos grãos (EMBRAPA, 1999); grãos amarelos ocorrem principalmente em altas temperaturas (acima de 20 °C) e elevados tempos de espera para secagem da matéria-prima proveniente da safra, além de altas temperaturas de secagem, atividade enzimática e desenvolvimento de microrganismos no armazenamento (OLIVEIRA et al., 2014); grãos picados são associados aos insetos, principalmente percevejos dos grãos (CASTRO et al., 1999);

manchas nos grãos são atribuídas a fatores de plantio (época, densidade, espaçamento), doenças das plantas, pragas na lavoura, além de secagem e condições de armazenamento inadequadas, que favorecem o desenvolvimento de microrganismos (CASTRO et al., 1999); e os grãos rajados são relacionados à qualidade das sementes e às plantas daninhas da lavoura de arroz irrigado (EBERHARDT & NOLDIN, 2005).]

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos, embora não permitam a visualização de todos os aspectos que justifiquem as diferenças nos preços praticados pelas empresas, demonstram a correlação negativa do preço com a incidência de defeitos nos grãos das marcas comerciais de arroz polido; além da correlação positiva, ou seja, a incidência atrelada de alguns defeitos.

AGRADECIMENTOS

Às empresas Ascar-Emater e Clacereais, que auxiliaram na classificação das amostras.]

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMATO, G. W.; ELIAS, M. C. **A parboilização do arroz**. Porto Alegre, RS: Ricardo Lenz Editor, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 6, de 16 de fevereiro de 2009. **Regulamento Técnico do Arroz**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 fev. 2009. Seção 1, p. 3.
- CASTRO, E. M. et al. Qualidade em grãos de arroz. **Circular Técnica da Embrapa Arroz e Feijão**, Santo Antônio de Goiás, GO, n. 34, 1999. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/circ_34_000fxellcv702wyiv80soht9hyuxkqdv.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2015.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=3&ved=0CDgQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.planetaarroz.com.br%2Fsite%2Fforca_download.php%3Farquivo%3Dimagens%2Fdownload%2Fdownload174.pdf&ei=Za17U_aFCa_LsASF8IGwCg&usg=AFQjCNEtoBJzUO-mS13hLH4WA1dHZU8p1A>. Acesso em: 20 dez. 2013.
- EBERHARDT, D. S.; NOLDIN, J. A. Dano causado por arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.) em lavouras de arroz irrigado, sistema pré-germinado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4., REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26., 2005, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, RS: Orium, 2005. p. 184-186.
- ELIAS, M. C. **Pós-colheita de arroz**: secagem, armazenamento e qualidade. Pelotas, RS: Editora Universitária da UFPel, 2007.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Qualidade de grãos em arroz**. 1999. 30 p. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/circ_34_000fxellcv702wyiv80soht9hyuxkhyu.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2015.
- LIMA, C. H. A. M. et al. Seleção e treinamento de uma equipe de provadores para avaliação sensorial de diferentes cultivares de arroz. **Comunicado Técnico da Embrapa Arroz e Feijão**, Santo Antônio de Goiás, GO, n. 23, 2006. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/bolpesq_23_000fxeqj4102wyiv80soht9h0yaaur3.pdf>. Acesso em: 10 Jan. 2015.
- OLIVEIRA, M. de et al. **Qualidade de grãos de arroz**: novos cenários e novas exigências. Artigos técnicos. Grupo Cultivar. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/site/content/artigos/artigos.php?id=442>>. Acesso em: 15 out. 2014.
- STATSOFT. **Statistica**: data analysis software system. Versão 8.0. StatSoft Inc.: Tulsa, 2007.]

DESEMPENHO DE GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO PARA CARACTERES DE PÓS-COLHEITA E INDUSTRIAIS

Claudia Bombassaro Nunes¹; Joseani da Silveira Talhaferro¹; Cirineu Tolfo Bandeira¹; Marcos da Silva Almeida²; Adriane Lettnin Roll Feijó³; Tiago André Kaminski⁴; Guilherme Ribeiro⁴

Palavras-chave: *Oryza Sativa* L., rendimento de grãos, qualidade industrial.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza Sativa* L.) é um cereal de grande importância, devido ao seu amplo cultivo pelo mundo, sendo uma das principais fontes de carboidratos de diversos países, contribuindo com 23% das calorias consumidas em todo o mundo (ABADIE et al., 2005; KHUSH, 2001). Aproximadamente 160 milhões de hectares são cultivados anualmente com arroz no mundo, assim cerca de 690 milhões de toneladas do cereal são comercializadas. O Brasil é o maior produtor de arroz da América Latina e o nono produtor mundial, onde o Rio Grande do Sul é o principal produtor de arroz pelo sistema de irrigação. No país este é um dos alimentos que compõem a cesta básica, constituindo-se em uma das principais fontes de calorias do brasileiro. Em decorrência disso, desempenha papel estratégico na solução de questões de segurança alimentar (SOSBAI, 2010).

A qualidade industrial dos grãos, principalmente a porcentagem de grãos inteiros e os defeitos, é o que determina o valor comercial do arroz, associado a estes fatores deve-se incluir a sua genética e os fatores ambientais (LOPES, 2011). Dessa forma, um arroz tipo moderno deve apresentar os padrões requeridos pela indústria de excelente qualidade pós-colheita aliado como o elevado potencial produtivo. Barata & Senna (2010) citam que entre as características mais exigidas pelo mercado consumidor destacam-se a maior proporção de grãos integros, translúcidos e sem manchas, além de rápida e fácil cocção. Assim o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de genótipos de arroz irrigado em caracteres agrônômicos, pós-colheita e industriais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do campus Itaqui/UNIPAMPA na safra 2013/2014. O delineamento utilizado foi blocos casualizados com três repetições, sendo cada parcela constituída por cinco linhas de cinco metros de comprimento, onde foram consideradas as três linhas centrais como área útil, sendo utilizada a densidade de semeadura recomendada para cada cultivar. Os genótipos utilizados foram: duas cultivares comerciais convencionais: Guri Inta CL e Puitá Inta CL, dois híbridos comerciais PRIME CL e QM 1010 e um híbrido pré-comercial P.C. CL.

A semeadura dos genótipos foi efetuada com semeadura/adubadura de parcela em 29/10/2013, no espaçamento entre linhas de 0,17 m. A adubação de base e de cobertura utilizada foi com base na análise de solo. O controle de plantas daninhas, quando necessário, foi realizado com aplicação de herbicida registrado para a cultura.

A colheita do experimento foi realizada de forma manual e a trilha realizada com trilhadeira mecanizada quando os grãos apresentavam teor médio de umidade entre 20 à 23%. Após determinado o rendimento de grãos, bem como sua umidade, foi retirada amostra de um quilograma e posta em estufa de fluxo ar forçado até que os mesmos atingiram 13%. Para a avaliação de grãos inteiros, as amostras passaram em soprador de amostras para remoção de impurezas e cariopses vazias. Após foi coletada uma amostra de

¹ Discente do curso de Agronomia, Campus Itaqui – UNIPAMPA, Endereço: Rua Luiz Joaquim de Sá Britto, s/n. – Bairro: Promorar – Itaqui/RS – CEP: 97650-000. E-mail: josistalhaferro@hotmail.com

² Discente do curso de Ciência e Tecnologia, Campus Itaqui – UNIPAMPA.

³ Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campus Itaqui – UNIPAMPA.

⁴ Doutor, Docente do Campus Itaqui – UNIPAMPA.

100 gramas de grãos de arroz em casca de cada genótipo, o qual foi passado em engenho de prova (SUZUKI), modelo MT, por 20 segundos pelo processo de descasque e por um minuto para processo de brunimento. Em seguida, os grãos brunidos polidos foram pesados e o valor encontrado foi considerado como rendimento de benefício (renda), com os dados expressos em porcentagem. Posteriormente, os grãos brunidos foram colocados no “trieur” número um e a separação dos grãos foi processada por trinta segundos. Os grãos que permaneceram no “trieur” foram pesados, obtendo-se o rendimento de grãos inteiros, expresso em porcentagem.

De acordo com a metodologia proposta por Bassinello et al. (2004) e escala sensorial descrita por Martinez e Cuevas-Perez (1989), a cocção das amostras foi simulada em béqueres graduados e chapa de aquecimento a 400°C. Cerca de 40 g dos grãos de arroz foram pesados no béquer e posteriormente adicionados de 100 mL de água destilada e 2 mL de óleo de soja refinado. Em seguida, os béqueres parcialmente cobertos foram colocados e mantidos sobre a chapa de aquecimento até a não constatação de água residual. Assim, foram determinadas as variáveis de rendimento em peso (peso final do arroz cozido/peso do arroz cru), rendimento em volume (volume do arroz cozido/volume do arroz cru), tempo de cocção e soltabilidade (notas atribuídas por um analista treinado para a aparência dos grãos cozidos, sendo 1 = muito pegajoso, 2 = pegajoso, 3 = ligeiramente pegajoso, 4 = solto e 5 = muito solto).

Os dados foram submetidos à análise de variância com finalidade de testar as fontes de variação, e posteriormente efetuada a análise de correlação linear entre todos os caracteres avaliados através do programa estatístico GENES.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre as variáveis analisadas, foram constada diferenças estatísticas para rendimento de grãos, renda de benefício, rendimento de inteiros e soltabilidade (Tabela 1). Analisando a precisão percebe-se elevado controle experimental, evidenciado pelos reduzidos valor do coeficiente de variação.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para os caracteres: rendimento de grãos (RG), em kg ha⁻¹; renda de benefício (Renda), em %; rendimento de inteiros (R.I.), em %; soltabilidade (Solt.); tempo de cocção (T.C.), em minutos; rendimento em peso (R.P.) e rendimento em volume (R.V.); em experimento conduzido em Itaquí/RS, safra 2013/14. UNIPAMPA, Campus Itaquí, 2015.

F.V.	GL	RG	Renda	R.I.	Solt.	T.C.	R.P.	R.V.
Blocos	2	117687.27	0.14	77.31	0.51	0.87	0.003	0.01
Genótipos	4	2772742.17**	1.34**	297.28*	3.19**	1.17 ^{ns}	0.009 ^{ns}	0.02 ^{ns}
Resíduo	8	257273.27	0.18	52.09	2.67	3.61	0.003	0.01
Média		9525.33	67.45	57.15	2.73	22.33	3.17	3.20
CV(%)		5.32	0.62	12.63	18.89	8.52	1.86	3.59

** e *: significativo a 1 e 5% de probabilidade de erro. ^{ns}: não significativo.

Para o caractere rendimento de grãos (RG) destaca-se a superioridade do híbrido QM 1010 CL apresentando produtividade superior a 10 toneladas, em contra partida a cultivar convencional Puitá Inta CL apresentou o pior rendimento (Tabela 2). De modo geral, percebe-se o potencial dos genótipos avaliados, onde todos apresentaram média de rendimento superior a média estadual nacional, 7.700 kg ha⁻¹, média esta, superior a nacional (CONAB, 2015). Para a variável renda no beneficiamento os genótipos Guri Inta CL, PRIME CL e QM 1010 CL apresentaram os maiores valores, próximos ou dentro do

limite básico estabelecido de 68% conforme a Instrução Normativa nº 6 de 16 de fevereiro de 2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA 2009).

Tabela 2 – Média para caracteres: rendimento de grãos (RG), em kg.ha⁻¹; renda (Renda), em %; rendimento de inteiros (R.I.), em %; soltabilidade (Solt.); tempo de cocção (T.C.), em minutos; rendimento em peso (R.P.) e rendimento em volume (R.V.); avaliados em cinco genótipos de arroz irrigado, conduzido em Itaqui/RS, safra 2013/2014. UNIPAMPA, Campus Itaqui, 2015.

Genótipos	RG	Renda	R.I.	Solt.	T.C.	R.P.	R.V.
Guri Inta CL	9674	b*	67.6 a	64.4 a	2.8 b	22 a	3.1 a
Puitá Inta CL	8088	c	66.9 b	64.5 a	4.3 a	23 a	3.2 a
PRIME CL	9301	b	68.3 a	63.5 a	2.8 b	23 a	3.2 a
QM 1010 CL	10737	a	67.7 a	49.7 b	2.0 c	21 a	3.3 a
P.C. CL*	9826	b	66.7 b	43.4 b	1.7 c	22 a	3.2 a

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. * P.C. CL: híbrido pré-comercial.

Analisando o rendimento de inteiros (R.I.) destacam-se as cultivares convencionais e o híbrido com PRIME CL, apresentando os maiores rendimentos, superior a 60%, indicativo de boa qualidade, já os híbridos QM 1010 CL e P.C. CL evidenciaram os piores rendimentos, menor que 50%. Com relação a soltabilidade dos grãos cozidos, a cultivar Puitá Inta CL apresentou o melhor índice de qualidade, ou seja, demonstra características de grãos soltos, sendo esse parâmetro exigido pelos consumidor de arroz. Já o QM 1010 CL e P.C. CL, ambos híbridos, possuem características de arroz pegajoso, já os demais genótipos apresentam arroz após o cozimento ligeiramente pegajoso.

CONCLUSÃO

O híbrido comercial QM 1010 CL apresenta elevado potencial produtivo, porém não apresentando características desejáveis de soltabilidade e rendimento de inteiros, levando em consideração o ambiente de Itaqui/RS. Já a cultivar convencional Puitá Inta CL demonstrou comportamento ao contrario, elevada qualidade industrial e reduzido rendimento de grãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABADIE, T. et al. Construção de uma coleção nuclear de arroz para o Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 2, p. 129-136, fev. 2005. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/32808/1/conpeex03.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2015.
- BARATA, T. S.; SENNA, A. J. T. A evolução do consumo de arroz no Brasil: evolução e determinantes. In: HENKIN, H. **A economia do arroz: competitividade e estratégias de desenvolvimento da cadeia produtiva do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, RS: Ed. UFRGS, 2010. Cap. 6, p.117-136.
- BASSINELLO, P. Z. et al. **Avaliação de diferentes métodos de cocção de arroz de terras altas para teste sensorial**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. 8 p. (Comunicado Técnico Online, 84).
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 2 - Safra 2014/15, n. 9 - Nono levantamento, 2015. Disponível em: www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_11_09_00_38_boletim_graos_junho_2015.pdf. Acesso em: 15 jun. 2015.

KHUSH, G. S. Green revolution: the way forward. **Nature Reviews: Genetics**, v.2, p. 815-822, 2001. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11584298>>. Acesso em: 16 jun. 2015.

LOPES, M. C .B. et al. Redução do rendimento de grãos inteiros em genótipos de arroz irrigado com o atraso na colheita. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ

IRRIGADO, Balneário Camboriú. **Anais...** Balneário Camboriú: Epagri, 2011, p. 751-754.

MAPA - Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 6, DE 16 DE FEVEREIRO DE 2009**. Dispõe sobre: Regulamento Técnico do Arroz, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem.

MARTÍNES, C.; CUEVAS-PÉREZ, F. **Evaluación de la calidad culinária y molinera del arroz**. Cali: Centro Internacional de Agricultura tropical, 1989. 75p.

SOSBAL. (2010) Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. **Reunião da Cultura do Arroz Irrigado**, 28. Porto Alegre: SOSBAL, p. 188, 2010.

DESEMPENHO DE SEMENTES DE ARROZ TRATADAS COM ÁCIDO SALICÍLICO EM ESTRESSE SALINO

Adrielle Prates da Silveira¹; Karina Chertok Bittencourt²; Karina Pires Diniz²; Lucas Dotto²; Henrique Model Menezes²; Vanessa Neumann Silva³.

Palavras-chave: *Oryza sativa*, germinação, cloreto de sódio.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma cultura de grande importância socioeconômica. A salinidade é um dos fatores de estresse ambiental mais comum (JAVID et al., 2011), a qual dificulta a germinação de sementes (DASH & PANDA, 2001) e afeta adversamente o crescimento e desenvolvimento de plântulas (ASHRAF et al., 2002) e de plantas. O ácido salicílico é um regulador de crescimento endógeno de natureza fenólica, que participa da regulação de processos fisiológicos nas plantas (HAYAT et al., 2010) e também proporciona proteção contra estresse biótico e abiótico, como a salinidade (KAYA et al., 2002).

Considerando o exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do ácido salicílico na germinação e desenvolvimento de plântulas de arroz em estresse salino.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal do Pampa, Campus Itaqui, com sementes de arroz cultivar BR-IRGA 409. O estresse salino foi simulado com quatro níveis de cloreto de sódio (NaCl): 0; 50; 100; 200 mM L⁻¹; e aplicação do ácido salicílico nas sementes em cinco níveis: 0; 1; 2; 4; 8 mM L⁻¹. Na tabela 1, apresentam-se os 20 tratamentos utilizados.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados no experimento.

Tratamento	Ácido salicílico (mM L ⁻¹)	Salinidade (mM L ⁻¹ NaCl)	Tratamento	Ácido salicílico (mM L ⁻¹)	Salinidade (mM L ⁻¹ NaCl)
0	0	0	10	2	2
1	0	1	11	2	3
2	0	2	12	3	0
3	0	3	13	3	1
4	1	0	14	3	2
5	1	1	15	3	3
6	1	2	16	4	0
7	1	3	17	4	1
8	2	0	18	4	2
9	2	1	19	4	3

As soluções de NaCl foram utilizadas para umedecimento do papel de germinação. O tratamento das sementes com ácido salicílico foi realizado com a distribuição de 2 ml de calda sobre as sementes agitando-se até a homogeneização. Após, foi realizado o teste de germinação conforme metodologia descrita nas regras para análise de sementes (BRASIL, 2009). Ao final do teste, foram realizadas mensuração de comprimento de plântula, com 20 plântulas escolhidas ao acaso, com régua graduada, com resultados expressos em centímetros. Logo após, as plântulas foram submetidas à secagem em estufa com circulação de ar forçado, 65°C, por 72 horas e a pesagem em balança de precisão de 0.001 grama, para obtenção da massa de matéria seca de plântulas.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 5x4 (doses de ácido salicílico e níveis de salinidade). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, comparação de médias (Tukey p<0,05) e análise de regressão.

¹Acadêmica de Agronomia, Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Grupo de Pesquisa Fitotecpampa, Luis Joaquim de Sá Brito, Itaqui –RS, pratesadri@hotmail.com ²Acadêmicos de Agronomia, UNIPAMPA, Grupo de Pesquisa Fitotecpampa, Campus Itaqui. ³Professora Dr^a, Adjunta UNIPAMPA, Grupo de Pesquisa Fitotecpampa, Campus Itaqui.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

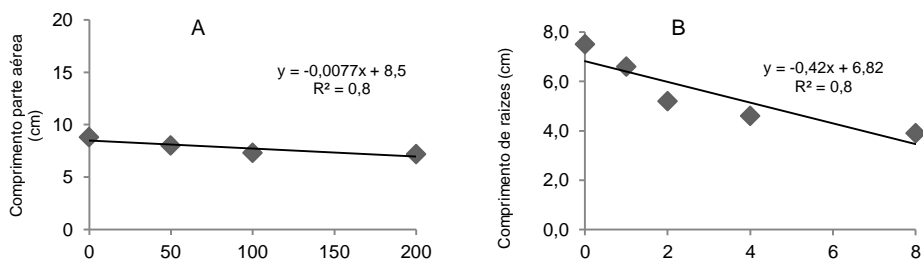
Na primeira contagem de germinação, somente a dose de 1 mM L⁻¹ de ácido salicílico proporcionou melhorias no desempenho no nível de salinidade de 200mM L⁻¹ de NaCl (Tabela 2). Em relação à germinação somente no nível de salinidade de 200 mM L⁻¹ ocorreu redução da germinação com a dose de 8 mM L⁻¹ de ácido salicílico. O aumento do nível salino altera o potencial hídrico das sementes, levando a menor absorção de água e a menor velocidade de degradação e mobilização de reservas, reduzindo assim a energia disponível para a germinação. Segundo San Vicente e Placencia (2011) o efeito promotor ou inibidor de crescimento do ácido salicílico altera-se conforme a espécie e a dose utilizada.

Tabela 2. Valores médios de primeira contagem e germinação de sementes de arroz tratadas com ácido salicílico em diferentes níveis de estresse salino.

PC (%)				
Níveis de salinidade (mM NaCl L ⁻¹)				
Ácido salicílico (mM L ⁻¹)	0	50	100	200
0	71 aA*	89 aA	73 aA	72 abA
1	84 aA	72 aA	69 aA	89 aA
2	72 aAB	77 aAB	86 aA	60 bcB
4	88 aA	73 aA	73 aA	71 abcA
8	76 aA	65 aAB	89 aA	44 cB
CV (%)	17,9			
G (%)				
0	89,0aA	93,5aA	84,0aA	90,5aA
1	90,0aA	87,5aA	90,5aA	87,5aA
2	88,0aA	90,0aA	94,5aA	88,5aA
4	94,0aA	86,5aA	93,0aA	90,0aA
8	87,5aA	93,5aA	93,5aA	74,5bB
CV (%)	6,1			

*As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O crescimento e desenvolvimento das plântulas (comprimento de parte aérea, de raízes e massa seca de plântulas) foi afetado pelos níveis de salinidade e pelos tratamentos com ácido salicílico (Figura 1).



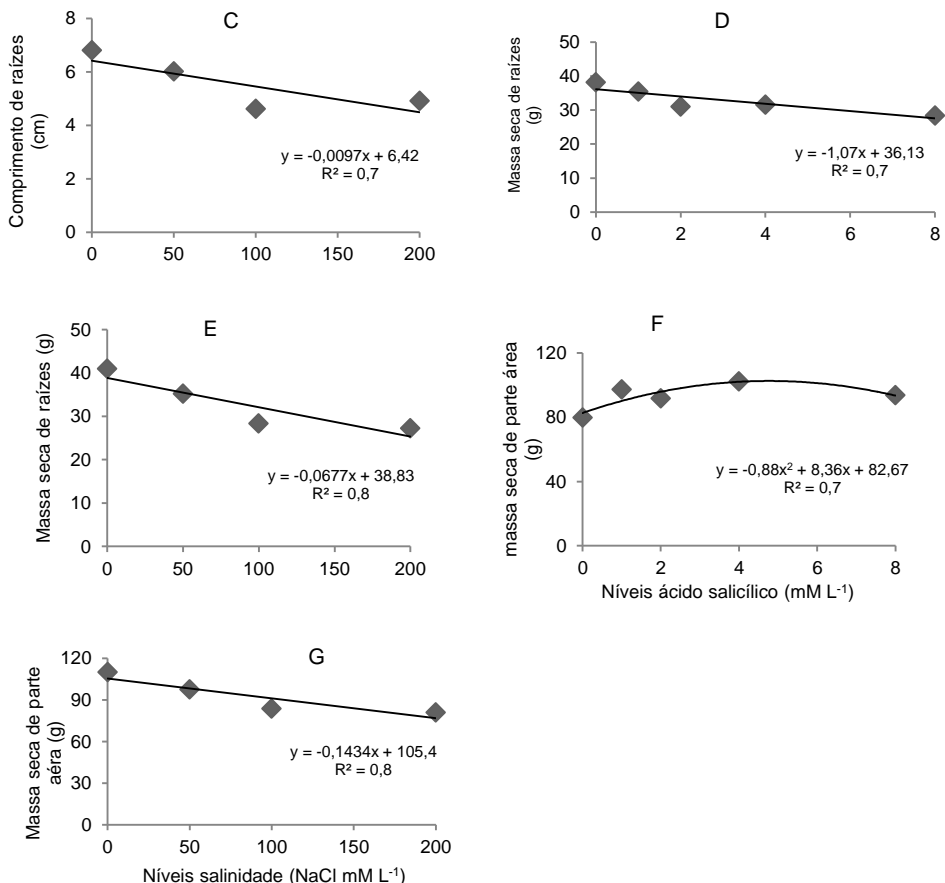


Figura 1. Comprimento de parte aérea (A) e de raízes de plântulas (B) e (C), massa seca de raízes (D) e (E) e de parte aérea de plântulas (F) e (G), de sementes de arroz tratadas com ácido salicílico em diferentes níveis de salinidade.

Em relação à salinidade observou-se relação direta entre o aumento do nível de sal e a redução do crescimento de plântulas (Figura 1A e 1C), assim como no acúmulo de massa seca (Figura 1E e Figura 1G). Isto se deve, aos efeitos negativos do estresse salino, que reduz a absorção de água e causa efeitos de toxicidade iônica, que ocorrem quando há concentrações prejudiciais de íons, particularmente Na^+ , Cl^- , ou SO_4 , que se acumulam nas células (TAIZ e ZEIGER, 2009). Sob condições não salinas, o citosol das células de plantas superiores contém 1 a 10 mM de Na^+ , em ambiente iônico onde muitas enzimas alcançam seu ótimo. Já em concentrações altas de sais totais ocorre inativação dessas enzimas, inibindo a síntese protéica, o que interfere significativamente no crescimento e desenvolvimento da planta (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Quanto aos efeitos do ácido salicílico, observou-se o aumento de concentração deste regulador que causou redução no crescimento de raízes (Figura 1B) e acúmulo de massa seca de raízes (Figura 1D), contudo, a dose de 4,75 mM causou maior acúmulo de massa seca na parte aérea das plântulas (Figura 1F).

O ácido salicílico pode promover melhoria na germinação sob estresse abiótico. Em sementes *Arabidopsis* a germinação foi de apenas 50% em estresse salino (NaCl 100-150 mM), mas na presença de ácido salicílico (0,05-0,5 mM) a germinação das sementes aumentou para 80% (SAN VICENTE e RIVAS, 2011), possivelmente por esse regulador estar envolvido em reverter o efeito de estresses oxidativos (ALONSO-RAMIREZ et al., 2009). Entretanto, o efeito pode ser tanto inibitório, como ocorreu em relação a algumas características avaliadas ou promotor, de acordo com a dose utilizada, a espécie e a cultivar.

CONCLUSÃO

O tratamento de sementes de arroz cultivar BR-IRGA 409 com ácido salicílico não promoveu melhoria na germinação e desenvolvimento de plântulas em estresse salino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO-RAMIREZ, A., RODRIGUEZ, D., REYES, D., JIMENEZ, J.A., NICOLAS, G., LOPEZ-CLIMENT, M., GOMEZ-CADENAS, A., NICOLAS, C. Evidence for a role of gibberellins in salicylic acid-modulated early plant responses to abiotic stress in *Arabidopsis* seeds. **Plant Physiology**, 150: 1335–1344, 2009.

ASHRAF M.Y.; SARWAR G., ASHRAF M.; AFAF R.; SATTAR A. Salinity induced changes in α -amylase activity during germination and early cotton seedling growth. **Biol Plantarum** 45: 589-591.2002.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 399p. 2009.

DASH M.; PANDA S.K. Salt stress induced changes in growth and enzyme activities in germinating *Phaseolus mungo* seeds. **Biol Plantarum** 44:587-589. 2001.

HAYAT Q.; HAYAT S.; IRFAN M.; AHMAD A. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. **Environ Exp Bot** 68: 14-25. 2010.

JAVID, G.M.; SOROOSHADEH, A.; MORADI, F.; SANAVY, M. S.; ALLAHDADI, I. The role of phytohormones in alleviating salt stress in crop plants. **Australian Journal of Crop Science**. Review article. 726- 734p. 2011.

KAYA C.; KIRNAK H.; HIGGS D.; SALTALI K. Supplementary calcium enhances plant growth and fruit yield in strawberry cultivars grown at high salinity. **Sci Hort** 93:65-74. 2002.

SAN VICENTE, M.R.; PLACENCIA, J. Salicylic acid beyond defence: its role in plant growth and development. **Journal of Experimental Botany**, 62: 3321–3338, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE ARROZ RECOBERTAS COM AGROMINERAIS

Paulo Eduardo Rocha Eberhardt¹; Aline klug Radke²; Caio Sippel Dörr²; Carla Xavier Alves²; Gilberto Antônio Peripolli Bevilaqua³; Luis Osmar Braga Schuch⁴

Palavras-chave: *oriza sativa*, pó de rocha, granodiorito, basalto, recobrimento.

INTRODUÇÃO

O arroz é um dos cereais mais cultivados em todo o mundo, constituindo a base alimentar da população. No Brasil mais da metade da produção provém de lavouras com irrigação controlada (AZAMBUJA et al., 2004), localizadas predominantemente no estado do Rio Grande do Sul. A eficiente implantação das lavouras de arroz requer a utilização de sementes de alta qualidade devido às dificuldades de manejo em solos de várzea.

Além disso, uma série de técnicas e formas de manejo auxiliam na obtenção de elevados índices de produtividade. Dentre as quais, pode-se relacionar o recobrimento de sementes que consiste num mecanismo de aplicação de materiais adesivos e inertes (NASCIMENTO et al., 1993). O revestimento ainda proporciona uma cobertura durável, permeável à água, com a possibilidade de aplicação em sementes de diferentes formas e tamanhos, sem afetar seu processo germinativo (BACON & CLAYTON, 1986; MAUDE, 1998). No Brasil, o recobrimento é utilizado em sementes de hortaliças e forrageiras com finalidade comercial, entretanto para as grandes culturas, ainda é considerado uma nova tecnologia, faltando muitas informações técnico-científicas.

Um dos produtos passíveis de serem utilizados para o recobrimento de sementes são os agrominerais. Entre as suas diversas utilizações, apresentam-se como fontes de nutrientes para a recuperação de solos empobrecidos visando-se o fornecimento em longo prazo com inúmeras fontes diferenciadas quanto à composição mineral e granulométrica (SILVA, 2012). Devido a sua composição rica em sílica pode apresentar efeito sobre o balanço hídrico das sementes.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho fisiológico de sementes de arroz recobertas com agrominerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Estação Experimental de Terras Baixas, da Embrapa Clima Temperado. As avaliações foram realizadas no Laboratório Didático de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia, da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas.

Foram utilizadas sementes da cultivar BRS Pampa recobertas com dois agrominerais, sendo um deles um granodiorito e outro um basalto.

Como adesivo foi utilizada uma calda de açúcar mascavo para a fixação do pó de rocha de acordo com metodologia utilizada por Voss (2008). A calda foi produzida na proporção de 33% de açúcar em relação ao volume de água sendo cozida por 10 minutos para a dissolução do açúcar, utilizando-se a dosagem de calda na proporção de 4L.100Kg⁻¹ de sementes. O adesivo foi adicionado às sementes dentro de sacos plásticos e agitados manualmente até a perfeita homogeneização. Após, as sementes foram recobertas com os agrominerais na dosagem de 7%, 15% e 30% em relação ao peso das sementes, para

¹ Aluno de Pós Graduação do Programa de Ciência e Tecnologia de Sementes, UFPel – pauloeduardorochaerberhardt@yahoo.com.br

² Aluno de Pós Graduação do Programa de Ciência e Tecnologia de Sementes, UFPel.

³ Pesquisador Embrapa Clima Temperado.

⁴ Professor Titular UFPel.

ambos os agrominerais. As sementes foram acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em galpão, em Capão do Leão, RS, sob temperatura e umidade relativa naturais.

As sementes foram avaliadas em dois momentos ao longo do tempo, que ocorreram logo após o tratamento e após dois meses de armazenamento. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com três repetições sendo realizados os seguintes testes, de modo que o experimento foi um fatorial 4x2x2. Os dados do experimento foram submetidos à análise de variância e havendo significância, realizou-se regressão polinomial para o fator dose dos agrominerais.

Teste de germinação: realizado segundo as Regras para Análise de Sementes - RAS (Brasil, 2009), por meio da semeadura de 200 sementes por tratamento, divididas em quatro repetições de 50 sementes, em rolo de papel germitest umedecido com água. Os rolos foram colocados em germinador à temperatura de 25°C, sendo as contagens realizadas aos 5 e 14 dias. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Primeira contagem da germinação (PCG): realizado conjuntamente ao teste de germinação, sendo a contagem das plântulas normais executada aos 5 dias após início do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Teste de frio (TF): conduzido com quatro subamostras de 50 sementes para cada unidade experimental, sendo os rolos de papel colocados em sacos plásticos, os quais foram vedados e mantidos em câmara regulada à temperatura de 10 °C durante sete dias. Após esse período, foram transferidas para um germinador e mantidas nas mesmas condições do teste de germinação, sendo avaliadas após 7 dias (CÍCERO e VIEIRA, 1994).

Envelhecimento acelerado (EA): foram analisadas 200 sementes, divididas em quatro repetições de 50 sementes, utilizando-se o método de gerbox adaptado. As sementes foram espalhadas em camada única sobre uma tela suspensa dentro de caixas de gerbox, contendo 40 ml de água destilada. Posteriormente essas caixas permaneceram em câmara BOD, a 41°C por 48h. Após este período as sementes foram colocadas para germinar conforme metodologia descrita para o teste de germinação (Brasil, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar nas figuras 1 e 2 que para as variáveis, primeira contagem da germinação, teste de frio e envelhecimento acelerado, na avaliação realizada logo após o recobrimento das sementes, não ocorreu efeito do tratamento para ambos agrominerais testados. Porém, para a variável germinação, o recobrimento com granodiorito mostrou efeito significativo, apresentando acréscimo nos valores com o acréscimo da dose, com máxima germinação na dose de 18,8% sofrendo decréscimo para as doses mais altas, enquanto que as doses de basalto não afetaram a germinação. Tal fato mostrou que os tratamentos não prejudicam o desempenho das sementes em laboratório, convergindo com resultados obtidos por Arsego, (2006) que dentre as variáveis estudadas foi possível verificar comportamento semelhante no teste de germinação e de frio, em que as diferentes doses não afetaram a germinação das sementes de arroz. Na avaliação realizada aos dois meses de armazenamento observa-se que o acréscimo na dose de basalto no recobrimento proporcionou aumento linear na germinação (Figura 1). Já para o granodiorito constata-se acréscimo na germinação até a dose de 10,8%, com decréscimo acentuado após esse ponto. A primeira contagem da germinação não foi afetada pelas doses utilizadas no recobrimento em nenhuma das rochas em estudo (Figura 1).

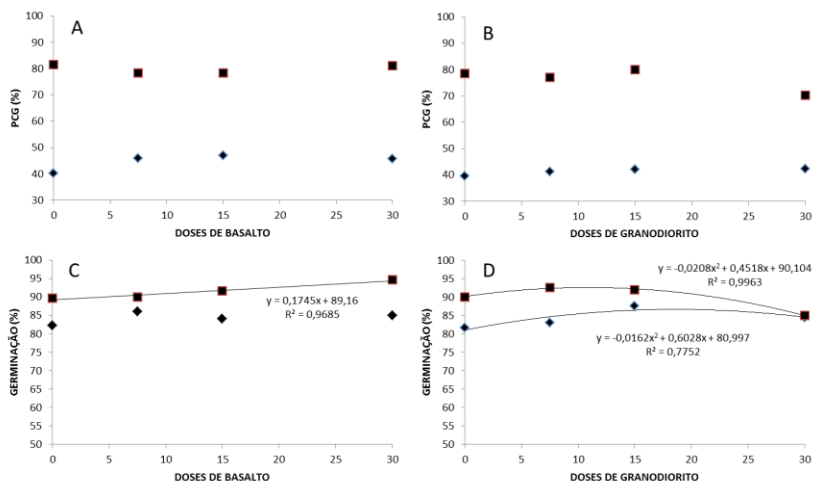


Figura 1. Primeira contagem de germinação (PCG) (A e B) e de germinação (C e D), em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), logo após o recobrimento (♦) e dois meses após o recobrimento (•).

O acréscimo na dose de basalto proporcionou aumento linear nos valores de envelhecimento das sementes (Figura 2). Nessa mesma figura constata-se que, acréscimo na dose de granodiorito também elevou os índices de envelhecimento, em uma resposta de primeiro grau. O teste de frio não foi afetado nem positiva nem negativamente pelas doses utilizadas no recobrimento em nenhuma das agrominerais utilizados.

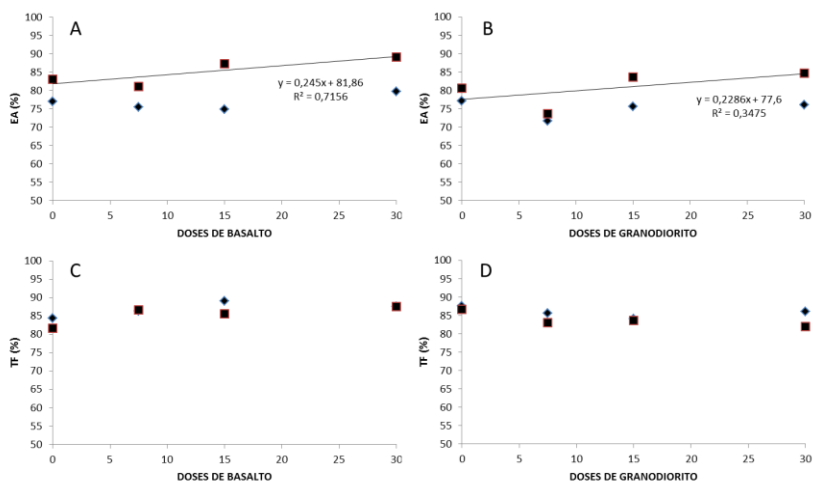


Figura 2. Envelhecimento acelerado (EA) (A e B) e teste de frio (TF) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), logo após o recobrimento (♦) e dois meses após o recobrimento (•).

Pode-se constatar que resultados observados para diversas variáveis em função do recobrimento das sementes com os agrominerais foram superiores em diversas situações de modo que essa tecnologia pode ser uma alternativa à cultura podendo-se associar a outras tecnologias já existentes.

CONCLUSÃO

O recobrimento de sementes com pós de rocha dos agrominerais basalto e granodiorito melhora o desempenho fisiológico de sementes de arroz, em períodos iniciais de armazenamento.

AGRADECIMENTOS

A CAPES, UFPel e Embrapa Clima Temperado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARSEGO, O.; BAUDET, L.; AMARAL, A. S.; HÖLBIG, L.; PESKE, F.; Recobrimento de sementes de arroz irrigado com ácido giberélico, fungicidas e polímero. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 2, p.201-206, 2006.
- AZAMBUJA, I.H.V.; VERNETTI Jr., F.J.; MAGALHÃES Jr., A.M. Aspectos socioeconômicos da produção do arroz. In: GOMES, A.S.; MAGALHÃES Jr., A.M. **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF. Embrapa Informação Tecnológica, 2004, p.23-44.
- BACON, J.R.; CLAYTON, P.B. Protection for seeds: a new film coating technique. **Span**, Near Derby, v. 29, n. 2, p. 54–56, 1986.
- MAUDE, R. Progressos recentes no tratamento de sementes. In: NASCIMENTO, W.; SILVA, D.R.G. **Caracterização e avaliação agrônômica de rochas silicáticas com potencial de uso como fontes alternativas de nutrientes e corretivos da acidez do solo**. 2012. 173f. Tese (doutorado em agronomia) Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília 2012.
- VOSS, M.; BENVIGNÚ, R.C. **Faça você mesmo a cola para peletização de sementes**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 11 p. (Embrapa Trigo. Circular Técnica online, 25).

DESEMPENHO OPERACIONAL E QUALIDADE INDUSTRIAL DURANTE O ARMAZENAMENTO DOS GRÃOS DE ARROZ SECOS PELO MÉTODO ESTACIONÁRIO UTILIZANDO GLP COMO CONDICIONADOR DO AR

Fernando Fumagalli Miranda¹, Carlos Alberto Alves Fagundes¹, Izabel Cristina Panni de Oliveira², Thiago Barros²

Palavras-chave: Pós-Colheita, arroz, secagem estacionária

INTRODUÇÃO

A secagem é uma das etapas do pré-processamento dos produtos agrícolas que tem por finalidade retirar parte da água neles contida. A remoção da umidade deve ser feita em um nível tal que os grãos permaneçam em equilíbrio com ar ambiente onde serão armazenados e deve ser feita de modo a preservar a aparência e as qualidades nutritivas.

O uso de secagem estacionária vem se destacando dentre os métodos de secagem, principalmente por diminuir os danos térmicos causados nos grãos, melhorando consequentemente o rendimento de grãos inteiros.

O condicionamento do ar com GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) tem sido utilizado na secagem de grãos por ser combustível altamente energético e propiciar vantagens como o melhor ajuste na vazão de combustível, permitindo maior controle da temperatura do ar de secagem, ausência de fuligens e enxofre nos gases de combustão, que é corrosivo e danifica a estrutura do secador.

O presente trabalho objetivou verificar os efeitos da secagem estacionária com vazões de secagem de ar diferentes utilizando, GLP como condicionador do ar secante.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Unidade de Secagem Experimental da parceria IRGA - LIQUIGÁS, Divisão de Pesquisa em Cachoeirinha-RS. Foram utilizados grãos de arroz da classe longo fino, produzido em sistema irrigado, com umidade inicial de 22,4%, realizada por colhedora automotriz, seguida de pré-limpeza, em máquina industrial de ar e peneiras planas, secados em secador estacionário piloto de alvenaria armada, com capacidade estática para 4(±0,4) toneladas até a umidade de 13% (base úmida). A umidade dos grãos foi medida pelo método de estufa com circulação de ar natural a 105±3°C, conforme Brasil (2009).

As condições psicrométricas do ar foram modificadas através da queima de gás liquefeito de petróleo (GLP) por queimador modulante e com controlador automatizado, utilizando o princípio do equilíbrio higroscópico para grãos de arroz a umidade de 13%.

Realizou-se dois ensaios tendo a vazão do ar de secagem nos ventiladores de 1,5 m³.min⁻¹.t⁻¹ (Ensaio 1) e 2,5 m³.min⁻¹.t⁻¹ (Ensaio 2).

O consumo total de energia na operação de secagem foi obtido a partir da medida das potências dos motores de acionamento dos sistemas de ventilação (energia elétrica), tendo utilizado a relação de equivalência energética, sendo que 1kw corresponde a 860 quilocalorias. Foi adicionada a energia gerada pela queima do combustível para o aquecimento do ar (energia térmica), onde a medida de massa foi convertida em calorias, através de seu Poder Calorífico Inferior (PCI).

O consumo de GLP foi medido em m³, por um medidor volumétrico de diafragma

¹ Eng. Agr. Msc. Fernando Fumagalli Miranda, Instituto Rio Grandense do Arroz, Av. Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494, CEP 94.9300-30- Cachoeirinha-RS,fernando-miranda@irga.rs.gov.br

² TécnicoAgrícola, Instituto Rio Grandense do Arroz

modelo G-1,6 da marca LAO, instalado na tubulação próximo ao queimador, e posteriormente, transformou-se o valor em quilogramas.

Ao final da secagem, para os dois ensaios, os materiais (arroz com casca seco a 13% de umidade) foram armazenados em quatro períodos de armazenamento (0, 3, 6 e 9 meses) e em três alturas diferentes do silo, ponto inferior (PI) com 0,80 m, ponto médio (PM) com 1,60 m e ponto superior (PS) com 2,40 m.

As amostras de arroz foram beneficiadas pelo processo convencional de branco polido, feito em engenho de provas marca Zaccaria, de acordo com os termos oficiais da Instrução Normativa nº 02/12 (BRASIL,2012).

Os parâmetros de qualidade de grãos avaliados foram: renda do benefício, rendimento de grãos inteiros e defeitos (amarelos, ardidos, mofados, picados/manchados e gessados) e o peso volumétrico. Todos estes parâmetros foram avaliados em triplicatas.

Foi realizada análise de variância dos dados obtidos para os parâmetros determinados. Quando a análise da ANOVA mostrou valores de F significativos foi executado o teste de Tuley para comparação de médias, com o programa SAS versão 9.0 ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As duas secagens estacionárias tiveram um aumento da temperatura inicial, nas três alturas diferentes, e no decorrer da secagem um decréscimo gradativo até o término da secagem estabilizando entre 19 a 21 °C. Constatou-se também que a temperatura máxima da massa de grãos, durante o processo de secagem, ficou entre 26 e 27°C (Figura 1 e 2). Nota-se, nas mesmas figuras, que a menor vazão de ar do Ensaio 1 (E1) precisou de mais tempo para efetuar o processo de secagem dos grãos até teores de água entre 12 e 13%, necessitando de 456 h (19 dias) de operação, enquanto que, no Ensaio 2 (E2), com maior vazão, necessitou de 288 h (12 dias). Estes resultados já eram esperados porque quando se aumenta o fluxo de ar, uma maior quantidade de água é retirada da massa de grãos, assim sendo, a velocidade da frente de secagem é proporcional ao fluxo de ar.

Quanto ao consumo energético da operação de secagem, obtido a partir da medida das potências dos motores de acionamento dos sistemas de ventilação (energia elétrica), e a energia gerada pela queima do combustível para o aquecimento do ar (energia térmica), constatou-se que o E2 gastou 90,37 kcal para secar um quilograma de arroz, enquanto o E1 gastou 100,49 kcal/kg. Nota-se que a secagem mais rápida, culminou em uma maior eficiência energética.

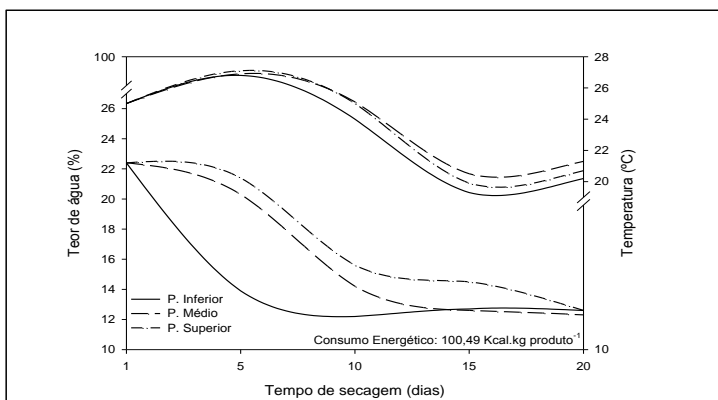


Figura 1- Teor de água e temperatura da massa de grão na operação de secagem do Ensaio 01 com vazão específica de $1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{t}^{-1}$.

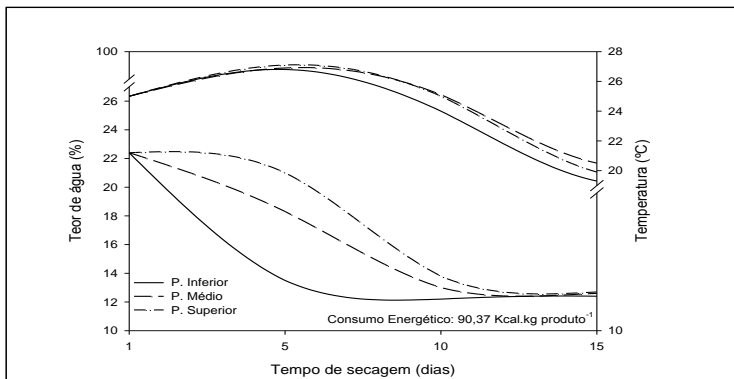


Figura 2- Teor de água e temperatura da massa de grão na operação de secagem do Ensaio 02 com vazão específica de $2,5 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{t}^{-1}$.

O rendimento de grãos inteiros sem defeitos em arroz beneficiado pelo processo branco polido no Ensaio 1 não apresentou diferença do mês inicial até o 6º mês, diferença significativa do 6º ao 9º mês de 1,7%, tendo uma redução de 2,8% do seu valor inicial durante os 9 meses de armazenamento. Para o Ensaio 2, analisando o mesmo parâmetro, também não foi constatada uma redução significativa do seu valor inicial até o 6º mês, significativa do 6º para 9º mês em 1,4% e, tendo uma redução de 2,5% do seu valor inicial durante os 9 meses de armazenamento (Figura 3), mostrando que com o passar do tempo os defeitos metabólicos vão se intensificando. Com relação às alturas dos silos, estas não sofreram influência, não demonstrando diferenças significativas nos dois ensaios.

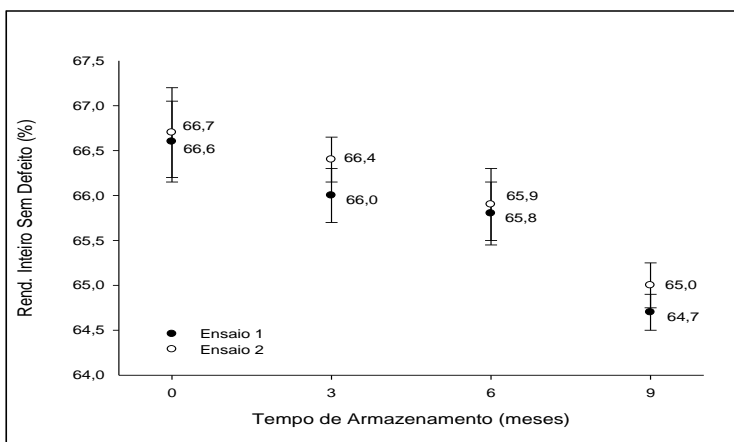


Figura 3- Rendimento de grãos inteiros sem defeitos (%) de arroz branco polido, secos por diferentes vazões específicas de ar e armazenadas por 9 meses. Médias aritméticas simples, de três repetições, fora do intervalo de confiança indicam diferença, pelo teste de Tukey a 5% de significância ($P < 0,05$).

Para a variável peso volumétrico, o qual é utilizado para quantificar a perda de matéria seca de grãos, constatou-se que do mês inicial até o 9º mês de armazenamento ocorreu uma redução de peso de 1,4% no Ensaio 1 e 1,5% para o Ensaio 2 (Figura 04).

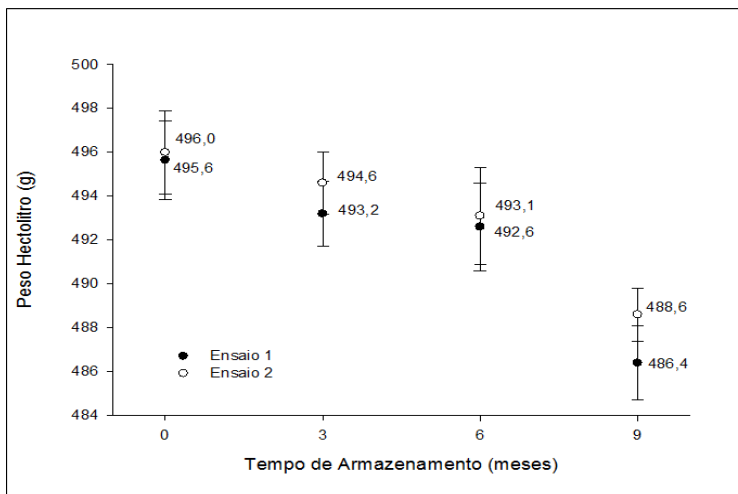


Figura 4– Peso volumétrico (kg.m^{-3} base seca) de arroz em casca, secos por diferentes volumes de vazões específicas por nove meses. Médias aritméticas simples, de três repetições, fora do intervalo de confiança indicam diferença, pelo teste de Tukey a 5% de significância ($P < 0,05$).

CONCLUSÃO

Períodos longos de armazenamento promovem aumento dos defeitos metabólicos, reduzindo os grãos inteiros sem defeitos e o peso volumétrico, independente da vazão específica, a partir do sexto mês de armazenamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília:DNDV/CLAV, 2009. 365p.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Comissão Técnica de Normas e Padrões. **Instrução Normativa 02/2012**. Brasília, 2012 25p.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: SOSBAI, 2014. 192p.

EFEITO DA ADIÇÃO DE ÓLEO DE SOJA SOBRE O RENDIMENTO DE PANELA DE GRÃOS DE ARROZ BRANCO

Jorge Tiago Schwanz Goebel¹; Bruno Artur Rockenbach²; Lenara Tonieto²; William Von Ahn²; Moacir Cardoso Elias³

Palavras-chave: *Oryza sativa*, cocção, óleo de soja

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, caracterizando-se como principal alimento para mais da metade da população mundial. Segundo a FAO, o arroz responde por 20% de energia alimentar mundial e sua importância é destacada principalmente nos países em desenvolvimento, desempenhando papel estratégico em níveis econômicos e sociais (WALTER et al., 2008). O Brasil é o maior produtor mundial deste cereal fora do continente Asiático, produzindo na safra 2014/2015, 12,5 milhões de toneladas (CONAB, 2015).

O consumo de arroz no Brasil varia de acordo com a região, em média o brasileiro consome de 74 a 76 Kg/habitante/ano, tomando-se por base o grão em casca (EMBRAPA, 2015). A preferência do consumidor, que pressupõe a valorização dos atributos que lhe agradam, é determinada não só pelas propriedades químicas e físicas dos grãos, mas também por propriedades relacionadas ao rendimento de panela e sensoriais do produto após o cozimento. No Brasil, sobre tudo nos grandes centros urbanos, a preferência tem sido pelo arroz branco polido, da classe longo fino, que possui um bom rendimento volumétrico na panela, permanecendo soltos e macios após o cozimento.

O arroz branco polido é uma excelente fonte de energia, devido à alta concentração de amido, além de fornecer proteínas, vitaminas e minerais. Devido a extração do gérmen e da camada de aleurona na etapa de polimento, durante o beneficiamento do produto, o teor de lipídios sofre uma baixa substancial, pois, é nestas frações que grande parte dos lipídios são encontrados no grão. Para o arroz, sugere-se padronizar o teor de lipídios na cocção, para 8% com a adição de óleo vegetal, ricos em ácidos graxos poli-insaturados e essenciais para o organismo humano (AMORIM et.al., 2010).

O óleo de soja (*Glycine max* (L.) M.) é um dos óleos vegetais mais utilizados pela população brasileira no preparo de alimentos, uma vez que seu preço está encontra-se entre os mais baixos do mercado e por ser tradicionalmente utilizado na culinária dos brasileiros para fritar alimentos, temperar saladas e produzir maioneses.

Nesse contexto, objetivou-se, com o estudo avaliar o efeito da adição de óleo de soja no comportamento de cocção de arroz branco polido com diferentes proporções de água.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRÃOS), do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, da Universidade Federal de Pelotas.

Foram utilizadas amostras de arroz branco polido da classe longo fino (agulinha), tipo 1 e óleo de soja, adquiridas no comércio local da cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul.

¹ Engenheiro Agrícola. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos - DCTA – FAEM - UFPEL. Endereço: Laboratório de Grãos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário - UFPEL, s/n, CEP 96010-900 - Caixa Postal 354 - Pelotas/RS, Fone: (53) 3275-7258 - ramal 205, E-mail: Jorge.goebel@gmail.com

² Graduando do Curso Superior de Agronomia – FAEM - UFPEL.

³ Eng. Agrº, Drº, Professor e Coordenador do Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos, Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, FAEM – UFPEL.

Antes da avaliação dos potenciais de rendimento gravimétrico e volumétrico de cocção, determinou-se o tempo de cocção segundo a metodologia proposta por Juliano & Bechtel (1985), colocando-se 150 ml de água destilada em um Becker de volume 250 ml aquecido em chapa de aquecimento ($300\pm 8^{\circ}\text{C}$). Quando a temperatura da água atingiu $98\pm 2^{\circ}\text{C}$, uma colher de sopa rasa de arroz foi adicionada e o Becker tampado, iniciando-se a contagem do tempo de cocção. Após 10 minutos de cocção, a cada minuto foram verificados 10 grãos amassando-os em placas de vidro. O tempo de cocção foi determinado quando 90% dos grãos não apresentavam um núcleo opaco ou de um centro não cozido.

Os grãos de arroz foram preparados para a cocção com diferentes concentrações de óleo de soja, sendo de 1, 3, 5 e 7%, utilizando como tratamento controle, a cocção sem adição de óleo. Os rendimentos, gravimétrico e volumétrico, foram determinados de acordo com a metodologia desenvolvida por Arns et al. (2014), com alterações. A partir do volume conhecido de 35 gramas de grãos de arroz (obtido com o auxílio de uma proveta graduada), adicionou-se a água nas proporções de 1:1,8, 1:1,9, 1:2,0, 1:2,1 e 1:2,2 (arroz:água). Os grãos de arroz, de acordo com cada proporção de água e percentual de óleo descritos anteriormente, foram colocados em uma mini-panela (cuja as dimensões já conhecidas) e levadas para o aquecimento, realizado em uma chapa de aquecimento ($300\pm 8^{\circ}\text{C}$). Quando a temperatura da água de cocção atingiu 80°C , iniciou-se a contagem do tempo de cocção, de acordo com o estabelecido previamente. Após o cozimento, as mini-panels foram retiradas da chapa de aquecimento e deixadas tampadas em repouso por 30 minutos para a determinação dos potenciais de rendimento gravimétrico e volumétrico.

Para a determinação do rendimento gravimétrico, utilizou-se uma balança analítica e o resultado final obtido pelo quociente entre o peso final do arroz cozido e o peso inicial do arroz cru. Para a determinação do rendimento volumétrico utilizou-se um paquímetro, medindo a altura do arroz cozido, dentro das mini-panels, em cinco pontos diferentes e o resultado final obtido pelo quociente entre o volume final do arroz cozido e o volume inicial do arroz cru.

Todas as determinações foram realizadas em triplicata e os resultados foram avaliados através de análise de variância (ANOVA), seguida do teste de Tukey, de comparação de médias, todos com 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tempo de cocção do arroz polido foi de 15,58 minutos, sendo este o tempo necessário para que os grãos absorvam água para promover a gelatinização do amido, o aumento de volume dos grãos e garantindo que o mesmo fique macio, o que facilita o seu consumo.

Os resultados apresentados na tabela 1 demonstram os efeitos da adição de óleo sobre rendimento gravimétrico na cocção de arroz branco polido com diferentes proporções de água. Observa-se que com o aumento da proporção de água utilizada na cocção, houve aumento ($p\leq 0,05$) do rendimento gravimétrico do arroz branco polido, atribuído a maior proporção de água adicionada, que permite aos grãos absorverem uma maior quantidade durante o processo de cocção. Observou-se também que a água, nas diferentes proporções, foi totalmente absorvida pelos grãos, não permanecendo resíduos no fundo das mini-panels de cocção.

A adição de óleo nas diferentes proporções, não afetou ($p\leq 0,05$) o rendimento gravimétrico, partindo deste pressuposto, a adição de até 7% de óleo de soja na cocção de arroz pode ser utilizado para melhorar as características sensoriais do produto final, mas por outro lado, deve se ter o cuidado de não consumir uma quantidade elevada de óleos e gorduras durante a dieta, pois estes podem contribuir para o aumento do colesterol LDL, o qual pode se acumular nas paredes das artérias, provocando doenças cardiovasculares.

Tabela 1 - Efeito da adição de óleo de soja no rendimento gravimétrico (%) de grãos de arroz branco polido.

Óleo (%)	Proporção de arroz:água				
	1:1,8	1:1,9	1:2,0	1:2,1	1:2,2
0	223,7±9,9 aC*	224,7±6,1 aC	237,3±12, aBC	260,2±9,8 aAB	269,2±1,6 aA
1	234,4±10,4 aB	248,2±15,0 aB	235,814,6 aB	266,7±13,1 aA	268,3±6,7 aA
3	236,9±5,4 aB	231,3±8,6 aB	245,2±11,6 aB	258,5±17,4 aA	261,9±4,1 aA
5	254,9±16,6 aB	238,2±14,8 aB	245,9±5,3 aB	250,7±16,1 aB	267,4±15,0 aA
7	236,0±19,3 aB	244,7±9,9 aAB	256,3±10,9 aAB	272,6±2,2 aA	274,3±6,7 aA

* Médias aritméticas simples de três repetições ± desvio padrão, seguidas por diferentes letras minúsculas na mesma coluna, e maiúsculas na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Na tabela 2 são apresentados os resultados do rendimento volumétrico (%) de grãos de arroz polido, cozidos com diferentes proporções de água e utilizando diferentes percentuais de óleo de soja. Os menores ($p \leq 0,05$) rendimentos volumétricos são observados na proporção de 1:1,8, sendo que os maiores ($p \leq 0,05$) valores são encontrados nas concentrações de 1:2,1 e 1:2,2. Os maiores rendimentos volumétricos encontrados de acordo com as maiores proporções de água, está diretamente relacionado com a capacidade de hidratação dos grãos, consequentemente aumentando seu volume. Valores semelhantes foram encontrados por Paraginski et al. (2014), na avaliação do rendimento volumétrico de grãos de arroz branco. A adição de diferentes percentuais de óleo de soja não interferiu ($p \leq 0,05$) no rendimento volumétrico.

Um aumento do volume de arroz após a cocção interessa aos proprietários de restaurante que trabalham com serviços de refeição na modalidade "bife livre", pois os clientes desta modalidade servem maior volume de arroz em seus pratos, porém a quantidade em massa acaba sendo a mesma ou até menor.

Tabela 2 - Efeitos da adição de óleo de soja no rendimento volumétrico(%) de grãos de arroz branco polido.

Óleo (%)	Proporção de arroz:água				
	1:1,8	1:1,9	1:2,0	1:2,1	1:2,2
0	248,9±12,6 aB*	234,2±18,3 aB	244,1±11,9 aB	279,4±12,1 aA	279,0±2,2 aA
1	245,7±13,5 aB	249,9±12,3 aB	260,2±18,0 aAB	281,8±12,5 aA	284,7±10,7 aA
3	239,4±16,9 aB	243,7±13,0 aB	248,5±19,1 aAB	259,5±16,2 aAB	270,8±5,4 aA
5	236,9±10,4 aB	258,4±14,6 aAB	264,3±18,2 aAB	264,7±10,1 aAB	281,2±12,9 aA
7	251,2±14,9 aB	252,4±8,2 aB	264,6±9,3 aAB	274,6±11,8 aAB	299,1±19,6 aA

* Médias aritméticas simples de três repetições ± desvio padrão, seguidas por diferentes letras minúsculas na mesma coluna, e maiúsculas na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

CONCLUSÃO

A utilização de diferentes concentrações de óleo de soja não alterou as características de cocção, avaliadas pelos rendimentos gravimétrico e volumétrico de arroz branco polido. O aumento da proporção de água na cocção de arroz foi a responsável pelos maiores aumentos dos rendimentos gravimétrico e volumétrico dos grãos de arroz branco polido.

AGRADECIMENTOS

CAPES, CNPq, FAPERGS e Polo de Inovação Tecnológica em Alimentos da Região Sul.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIN, M. M. A., et al. Consumo de óleo e gordura nas preparações do almoço self service. **Alim. Nutr.**, Araraquara. V. 21, n. 2, p. 217-223. 2010.
- ARNS, B. et al. The effects of heat–moisture treatment of rice grains before parboiling on viscosity profile and physicochemical properties. **International Journal of Food Science and Technology**. v.49, p.1939–1945, 2014.
- CONAB, **Levantamento de safra**: 9º levantamento da safra 2014/2015. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_11_09_00_38_boletim_graos_junho_2015.pdf. Acesso em: 12 jun. 2015.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), Cultivo de Arroz Irrigado no Brasil. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>.
- C. K. B. Oxidação lipídica em alimentos e sistemas biológicos: mecanismos gerais e implicações nutricionais e patológicas. **Revista de Nutrição**., 11(1): 3-14, 1998.
- JULIANO, B. O.; BECHTEL, D. B. The rice grain and its gross composition. In: JULIANO, B. O. (Ed.) **Rice: chemistry and technology**. 2nd ed. Eagan: American Association of Cereal Chemists. p. 17-57. 1985
- PARAGINSKI, R. T. et al. Propriedades tecnológicas e de cocção em grãos de arroz condicionados em diferentes temperaturas antes da parboilização. **Brazilian Journal of Food Technology**. v.17, n.2, p.146-153, 2014.
- WALTER, M., et al. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**, v. 38, N.4, P. 1184-1192, JUL, 2008.

EFEITO DA ADIÇÃO DE ÓLEO DE SOJA SOBRE O RENDIMENTO DE PANELA DE GRÃOS DE ARROZ PARBOILIZADO POLIDO

Jorge Tiago Schwanz Goebel¹; Rodrigo dos santos Fernandes²; Peter Corrêa Lopes³; Valmor Ziegler⁴; Moacir Cardoso Elias³

Palavras-chave: cocção de arroz, rendimento volumétrico e gravimétrico.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa*) é um importante cereal consumido por dois terços da população mundial, utilizado para o consumo humano sob diversas formas: em grão (integral, polido, parboilizado integral e parboilizado polido), óleo e farinha comercial, entre outros. É considerado um importante alimento para a segurança alimentar, contém um excelente balanço nutricional, sendo fonte de amido, proteínas, vitaminas e minerais (HEINEMANN et al., 2005; GUNARATNE et al., 2013).

Mundialmente, o Brasil se destaca como nono maior produtor, com uma produção de 12,5 milhões de toneladas na última safra. O Rio Grande do Sul é responsável por mais de 68% da produção nacional (CONAB, 2015). O consumo brasileiro de arroz é de aproximadamente 50 kg.hab.ano⁻¹ (base casca), inferior ao consumo mundial de 84,8 kg.hab.ano⁻¹ (FAO, 2015). No Brasil, o consumo de arroz parboilizado vem crescendo, representando 25% de todo o arroz consumido. Além disso, sabe-se que o arroz parboilizado polido apresenta melhores características nutricionais e, comportamento de panela desejado por parte da população, quando comparado com o arroz branco (PARAGINSKI et al., 2014). Industrialmente a parboilização melhora o rendimento de grãos inteiros, o que representa ganho econômico para as empresas (SAIF et al., 2003).

Sabe-se que na cocção de arroz em restaurantes, cozinhas industriais e também na casa dos consumidores, são adicionados alguns condimentos que visem melhorar algumas características de textura e sabor. Dentre esses condimentos está o óleo vegetal, que pode ser de soja, girassol, canola ou de arroz. Além disso, é importante saber o quanto o arroz aumenta em peso após a cocção (rendimento gravimétrico), e o quanto o arroz aumenta em volume após a cocção (rendimento volumétrico) (GULARTE, 2005), em função da adição de condimentos como óleo vegetal. Nesse contexto objetivou-se, com o estudo, avaliar o efeito da adição de óleo de soja na cocção de arroz parboilizado polido sobre os potenciais de rendimento gravimétrico e volumétrico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos, do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial - DCTA, Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas – UFPEL. Foi utilizada amostra de arroz parboilizado polido, adquirida no comércio local. O óleo de soja utilizado como condimento também foi adquirido no comércio local.

Antes da avaliação dos potenciais de rendimento gravimétrico e volumétrico de cocção, determinou-se o tempo de cocção de acordo com a metodologia proposta por Juliano &

¹ Engenheiro Agrícola. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos - DCTA – FAEM - UFPEL. Endereço: Laboratório de Grãos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário - UFPEL, s/n, CEP 96010-900 - Caixa Postal 354 - Pelotas/RS, Fone: (53) 3275-7258 - ramal 205, E-mail: Jorge.goebel@gmail.com

² Graduando do Curso Superior de Agronomia – FAEM - UFPEL.

³ Graduando do Curso Superior de Engenharia Agrícola - Ceng - UFPEL.

⁴ Tecnólogo em Alimentos. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos - DCTA - FAEM- UFPEL.

⁵ Eng. Agrº, Drº, Professor e Coordenador do Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos, Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, FAEM – UFPEL.

Bechtel (1985), colocando-se 150 ml de água destilada em um Becker de volume 250 ml aquecido em chapa de aquecimento ($300\pm 8^{\circ}\text{C}$). Quando a temperatura da água atingiu $98\pm 2^{\circ}\text{C}$, uma colher de sopa rasa de arroz foi adicionada e o Becker tampado, iniciando-se a contagem do tempo de cocção. Após 10 minutos de cocção, a cada minuto foram verificados 10 grãos amassando-os em placas de vidro. O tempo de cocção foi determinado quando 90% dos grãos não apresentavam um núcleo opaco ou de um centro não cozido.

Os rendimentos gravimétrico e volumétrico foram realizados segundo Arns et al. (2014), pesando 35g de arroz e medindo o volume dos grãos em proveta, adicionou-se água no momento da cocção, na proporção 1:2,0, 1:2,1 1:2,2, 1:2,3 e 1:2,4 (arroz:água) e adicionado 1, 3, 5 e 7% de óleo, para cada proporção de água, em relação ao peso de arroz. Uma cocção sem a adição de óleo foi realizada, em todas as proporções de água, como testemunha. Os grãos de arroz, de acordo com cada proporção de água e percentual de óleo descritos anteriormente, foram colocados em uma mini-panela (cuja as dimensões já conhecidas) e levadas para o aquecimento, realizado em uma chapa de aquecimento ($300\pm 8^{\circ}\text{C}$). Quando a temperatura da água de cocção atingiu 80°C , iniciou-se a contagem do tempo de cocção, de acordo com o estabelecido previamente. Após o cozimento, as mini-panels foram retiradas da chapa de aquecimento e deixadas tampadas em repouso por 30 minutos para a determinação dos potenciais de rendimento gravimétrico e volumétrico.

Para a determinação do rendimento gravimétrico, utilizou-se uma balança analítica e o resultado obtido pelo quociente entre o peso final do arroz cozido e o peso inicial do arroz cru. Para a determinação do rendimento volumétrico utilizou-se um paquímetro, medindo a altura do arroz cozido, dentro das mini-panels, em cinco pontos diferentes e o resultado obtido pelo quociente entre o volume final do arroz cozido e o volume inicial do arroz cru.

Todas as determinações foram realizadas em triplicata e os resultados foram avaliados através de análise de variância (ANOVA), seguida do teste de Tukey, de comparação de médias, todos com 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tempo de cocção do arroz foi de 15,41 minutos, sendo esse o tempo necessário para o grão absorver água e promover a gelatinização do amido, o aumento de volume dos grãos e garantindo que o mesmo fique macio, o que facilita o seu consumo.

Na tabela 1 são apresentados os resultados obtidos para o rendimento gravimétrico de cocção dos grãos de arroz parboilizado polido em função da adição de óleo de soja durante a cocção. Observa-se um aumento ($p\leq 0,05$) do rendimento gravimétrico com o aumento da proporção água. O menor rendimento gravimétrico foi observado no tratamento com menores proporções de água, isso por que o grão não tinha água disponível para absorção. Os maiores rendimentos gravimétricos foram observados nos tratamentos com adição de água nas proporções de 2,3 e 2,4, o que está relacionado com a alta capacidade dos grãos em absorver água. Resultados semelhantes de rendimento gravimétrico foram encontrados por Paraginski et al. (2014). No entanto, não houve diferença significativa ($p\leq 0,05$) entre os tratamentos com adição de óleo de soja, independente do percentual adicionado.

Tabela 1 - Efeito da adição de óleo de soja no rendimento gravimétrico(%) de arroz parboilizado polido.

Óleo (%)	Proporção de arroz:água				
	1:2,0	1:2,1	1:2,2	1:2,3	1:2,4
0	255,9±3,1 a B*	270,0±16,1 a A	276,4±5,3 a A	287,6±11,8 a A	290,1±1,6 a A
1	251,7±17,2 a B	256,4±13,3 a B	263,6±14,2 a AB	283,1±16,7 a A	278,8±1,7 a A
3	241,2±11,3 a C	261,2±11,2 a B	286,0±14,5 a A	299,8±16,8 a A	298,4±2,8 a A
5	235,8±1,2 a C	269,9±13,0 a B	277,7±10,9 a AB	295,1±11,1 a A	300,6±10,4 a A
7	255,5±3,3 a C	278,9±4,4 a B	286,6±16,9 a AB	300,3±13,8 a A	295,7±7,6 a A

*Médias aritméticas simples de três repetições ± desvio padrão, seguidas por diferentes letras minúsculas na mesma coluna, e maiúsculas na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Na tabela 2 são apresentados os resultados obtidos para o rendimento volumétrico de cocção dos grãos de arroz parboilizado polido em função da adição de óleo de soja durante a cocção. Os menores ($p \leq 0,05$) rendimentos volumétricos são observados na proporção de água de 2,0, enquanto que os maiores ($p \leq 0,05$) rendimentos volumétricos são observados nos tratamentos com adição de água nas proporções de 2,3 e 2,4, relacionado com a alta capacidade de hidratação do grão. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Paraginski et al., (2014). Os resultados indicam que a adição de óleo (1, 3, 5, e 7%) de soja não apresenta diferença significativa ($p \leq 0,05$) no rendimento volumétrico dos grãos de arroz parboilizado polido.

Observou-se comportamento similar entre os resultados do rendimento gravimétrico e volumétrico, onde o aumento da proporção de água proporcionou os maiores rendimentos de peso e volume, sem interferência significativa ($p \leq 0,05$) da adição de diferentes proporções de óleo.

Tabela 2 - Efeitos da adição de óleo de soja no rendimento volumétrico(%) de arroz parboilizado polido.

Óleo (%)	Proporção de arroz:água				
	1:2,0	1:2,1	1:2,2	1:2,3	1:2,4
0	267,2±9,4 a B*	263,7±11,4 a B	281,3±19,3 a AB	302,1±9,2 a A	298,5±13,6 a A
1	264,8±13,6 a B	265,2±16,2 a B	283,7±17,4 a AB	291,1±14,3 a A	291,2±9,6 a A
3	272,6±13,3 a B	275,8±16,9 a B	286,3±1,2 a A	281,9±11,6 a A	288,8±16,9 a A
5	252,8±18,1 a B	257,5±16,9 a B	282,9±6,6 a AB	293,9±8,5 a A	297,3±1,9 a A
7	266,1±12,2 a B	274,4±7,4 a AB	275,0±18,0 a AB	293,2±10,7 a A	298,4±3,6 a A

*Médias aritméticas simples de três repetições ± desvio padrão, seguidas por diferentes letras minúsculas na mesma coluna, e maiúsculas na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

CONCLUSÃO

Portanto, a adição de diferentes percentuais de óleo de soja na cocção de arroz parboilizado polido, não altera os rendimentos gravimétrico e volumétrico de cocção. No entanto, de acordo com o aumento da proporção de água, houve aumento dos rendimentos gravimétrico e volumétrico do arroz parboilizado polido.

AGRADECIMENTOS

Capes, Cnpq, Polo de Inovação Tecnológica em Alimentos da Região Sul.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNS, B. et al. The effects of heat–moisture treatment of rice grains before parboiling on viscosity profile and physicochemical properties. **International Journal of Food Science and Technology**. v.49, p.1939–1945, 2014.
- CONAB. **Levantamento de safra**: 9º levantamento da safra 2014/2015. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_11_09_00_38_boletim_graos_junho_2015.pdf. Acesso em: 12 jun. 2015.
- GULARTE, M. A. **Metodologia analítica e características tecnológicas e de consumo na qualidade do arroz**. 2005. 95f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2005.
- GUNARATNE, A. et al. Antioxidant activity and nutritional quality of traditional red-grained rice varieties containing proanthocyanidins. **Food Chemistry**. v.138, p.1153-1161, 2013.
- FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 14 jun. 2015.
- HEINEMANN, R. J. B. et al. Comparative study of nutrient composition of commercial brown, parboiled and milled rice from Brazil. **Journal of Food Composition and Analysis**. v.18, p.287-296, 2005.
- JULIANO, B. O.; BECHTEL, D. B. The rice grain and its gross composition. In: JULIANO, B. O. (Ed.) **Rice: chemistry and technology**. 2nd ed. Eagan: American Association of Cereal Chemists. p. 17-57. 1985
- SAIF, S. M. H. et al. Gelatinization properties of rice and fl our. **International Journal of Food Properties**. v. 6, n.3, p.531-542, 2003.
- PARAGINSKI, R. T. et al. Propriedades tecnológicas e de cocção em grãos de arroz condicionados em diferentes temperaturas antes da parboilização. **Brazilian Journal of Food Technology**. v.17, n.2, p.146-153, 2014.

EFEITO DA TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE TECNOLÓGICA E VISCOAMILOGRÁFICA DE ARROZ PARBOILIZADO INTEGRAL

Marcelo Ricardo Cappellari¹; Ricardo Tadeu Paraginski²; Valmor Ziegler³, Cristiano Dietrich Ferreira³, Mauricio de Oliveira⁴

Palavras-chave: RVA, *Oryza sativa*, composição química, composição física.

INTRODUÇÃO

O arroz é um dos principais cereais produzidos e consumidos no mundo, apresentando grande importância econômica. O arroz é o grão de maior importância em muitos países em desenvolvimento, sendo considerado alimento básico para cerca de 2,4 bilhões de pessoas e, segundo estimativas da EMBRAPA (2005) haverá uma demanda para atender ao dobro desta população até 2050.

Atualmente a produção mundial de arroz se situa ao redor de 714,9 milhões de toneladas, sendo que o Brasil se encontra entre os 10 principais produtores, com estimativa de produção de 12,3 milhões de toneladas para a safra 2014/2015, abrangendo uma área cultivada de 2,3 milhões de hectares, com uma produtividade média de 5.320 Kg/ha (CONAB, 2014a, b).

No Brasil, o arroz parboilizado vem ganhando grande importância nos últimos anos, representando 25% do consumo de grãos de arroz. O processo de parboilização baseia-se no tratamento hidrotérmico a que o arroz em casca é submetido, pela ação tão somente da água e do calor, sem qualquer agente químico (ABIAP, 2014).

Ainda que não se disponha de dados oficiais, estima-se que por ano, cerca de 170 milhões de toneladas de arroz em casca são beneficiadas industrialmente pelo processo de parboilização em todo o mundo, ou seja, ao redor da quinta parte da produção arrozeira mundial é destinada a este processo (AMATO e ELIAS, 2005).

O armazenamento dos grãos é imprescindível para o fornecimento de grãos durante o período de entressafra. Durante a pós-colheita, vários são os fatores que interferem na qualidade dos grãos, dentre eles destaca-se a temperatura de armazenamento. Dessa forma, o objetivo neste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes temperaturas (5, 15, 25 e 35°C) na qualidade tecnológica e viscoamilográfica de grãos de arroz parboilizado integral armazenados durante 6 meses.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pós-colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas. Os grãos de arroz parboilizados foram adquiridos em empresa no município de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. Os mesmos foram limpos e selecionados eliminando-se grãos quebrados, matérias estranhas e impurezas, sendo utilizados apenas grãos íntegros para a realização do trabalho. Os grãos (0,9Kg) foram armazenados em triplicata, em sacos de polietileno de 0,2mm de espessura, hermeticamente fechados, com 14% de umidade, em diferentes temperaturas (5, 15, 25 e 35°C), na ausência de luz.

¹ Graduando do Curso Superior de Agronomia. Laboratório de Grãos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário - UFPEL, s/n, CEP 96010-900 - Caixa Postal 354 - Pelotas/RS, Fone: (53) 3275-7258 - ramal 205, DCTA, FAEM, UFPEL, E-mail: marcelo.cappellari@hotmail.com.

² Professor, Dr., Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Farroupilha – Campus Alegrete.

³ Doutorando, DCTA, FAEM, UFPEL.

⁴ Professor, DCTA, FAEM, UFPEL.

O peso de mil grãos foi determinado de acordo com as regras para análises de sementes (BRASIL, 2009). O teor de proteína bruta foi determinado em aparelho Kjeldahl e o teor de lipídeos foi determinado em aparelho Soxhlet de acordo com metodologia da AOAC (2006).

O teor de proteína solúvel foi determinado de acordo com o método descrito por Liu et al. (1992), com modificações. Um grama de amostra foi homogeneizado em 50 ml de água destilada por agitação constante durante 1 hora, o material foi centrifugado a 5300 g (giros), por 20 minutos e coletado 2 ml do sobrenadante. O teor de nitrogênio foi determinado pelo método Kjeldahl e o teor de proteínas foi obtido pela multiplicação do fator 5,95. A acidez do óleo foi determinada seguindo o procedimento de titulação descrito no método AACC 02-01A (AACC, 2000), a acidez titulável foi expressa em mg de NaOH em 100 gramas de óleo.

A condutividade elétrica da água de hidratação foi determinada segundo metodologia do ISTA (2008). O pH foi determinado segundo método proposto por Rehman et al. (2002). Um filtrado de 2 gramas de amostra moída (80 mesh tamanho) foi agitado com 20 ml de água destilada, e o pH foi determinado em peagâmetro digital, com eletrodo de vidro (Pye Unicam, Inglaterra).

As características viscoamilográficas foram avaliadas com o analisador rápido de viscosidade (RVA - *Rapid Visco Analyser*), usando programa *Thermocline for Windows versão 1.10*, o perfil utilizado foi o *Standard Analysis 1*, a quantidade de amostra utilizada para os testes foi de 5 gramas corrigidas para 14% de umidade, conforme descrito por Singh et al. (2004). As análises foram realizadas no início e aos 6 meses de armazenamento, em triplicata e os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância ANOVA, seguida de comparação de médias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados demonstrados na tabela 1, aos 6 meses de armazenamento verificou-se redução ($p \leq 0,05$) do peso de mil grãos, na temperatura de 35°C quando comparados ao início do armazenamento e as demais temperaturas, com valor de 19,81 gramas. A redução do peso de mil grãos é ocasionada pelos processos metabólicos, os quais são acelerados com a elevação das temperaturas de armazenamento, ocasionando pelo consumo das reservas energéticas do grão, como lipídios e carboidratos, gerando como produtos finais CO₂, calor e água. Os resultados encontrados são semelhantes com os encontrados por Alencar et al. (2009), trabalhando com armazenamento de soja com 12,8% de umidade a 30°C, que registraram diminuição no peso de mil grãos ao sexto mês de armazenamento.

Foi verificada redução ($p \leq 0,05$) do pH dos grãos em todas as temperaturas quando comparadas ao início do armazenamento (Tabela 1), que apresentou 6,22 de pH, sendo a maior redução observada na temperatura de 35°C (5,79). Foi verificado aumento ($p \leq 0,05$) na condutividade elétrica nas temperaturas de 5, 15 e 25°C, sendo que na temperatura de 35°C não foi verificado aumento, quando comparados ao início do armazenamento (Tabela 1). A redução do pH e o aumento da condutividade elétrica são resultados da desestruturação e rompimento celular, hidrólises de proteínas e lixiviação de íons H⁺.

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos de arroz parboilizado integral, armazenados em diferentes temperaturas (5, 15, 25 e 35°C) durante 6 meses.

Temperatura de armazenamento	Peso de mil Grãos (gramas)	pH	Condutividade elétrica (us.cm ⁻¹)
Inicial	20,72±0,11 ^{a*}	6,22±0,02 ^a	446,00±1,87 ^c
5 °C	20,45±0,33 ^a	6,08±0,01 ^b	498,67±1,26 ^a
15 °C	20,25±0,75 ^{ab}	5,95±0,02 ^c	497,00±2,52 ^{ab}
25 °C	20,35±0,29 ^{ab}	5,92±0,03 ^c	482,33±5,86 ^{ab}
35° C	19,81±0,34 ^b	5,79±0,03 ^d	455,00±1,71 ^{bc}

* Médias aritméticas de dez repetições ± desvio padrão, seguidas por letras minúsculas iguais na coluna para cada grupo de grãos diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Conforme os dados observados na tabela 2, verificou-se que os teores de proteína bruta não apresentaram alterações significativas ($p \leq 0,05$) durante o armazenamento, enquanto que a solubilidade proteica reduziu ($p \leq 0,05$) aos seis meses de armazenamento, independente da temperatura, possivelmente resultado de reações químicas ocasionadas pelo tempo de armazenamento. Foi possível observar a redução ($p \leq 0,05$) no teor de lipídios em todas as temperaturas, quando comparadas ao início do armazenamento, sendo a maior redução observada na temperatura de 25°C (1,92%) (Tabela 2). Foi verificado o aumento ($p \leq 0,05$) na acidez lipídica em todas as temperaturas, quando comparadas ao início do armazenamento, sendo os maiores valores verificados nas temperaturas de 25 e 35°C (3,30 e 3,55 mg NaOH.g⁻¹ de óleo, respectivamente) (Tabela 2). Observando os resultados de teor de lipídios e índice de acidez em conjunto, podemos observar que quando houve aumento na acidez também foi possível verificar a redução no teor de lipídios, isso pode ocorrer devido a reações enzimáticas (lipases endógenas ao grão ou oriundas da microflora associada) que fazem a hidrólise dos triglicerídeos liberando ácidos graxos livres consequentemente aumentando a acidez.

Tabela 2. Lipídios, proteína bruta, acidez do óleo e proteína solúvel, de arroz parboilizado integral, armazenados em diferentes temperaturas (5,15, 25 e 35°C) durante 6 meses.

Temperatura de armazenamento	Lipídios (%)	Acidez Lipídica (mg NaOH.g ⁻¹ amostra)	Proteína bruta (%)	Solubilidade proteica (%)
Inicial	2,46±0,03 ^a	0,91±0,06 ^d	8,23±0,40 ^a	61,07±0,00 ^a
5 °C	2,19±0,08 ^b	1,69±0,02 ^c	7,88±0,09 ^a	55,44±1,85 ^b
15 °C	2,09±0,02 ^b	2,86±0,02 ^b	8,03±0,09 ^a	53,70±3,70 ^b
25 °C	1,92±0,04 ^c	3,30±0,01 ^a	8,08±0,38 ^a	53,46±3,69 ^b
35° C	2,17±0,03 ^b	3,55±0,20 ^a	7,85±0,08 ^a	53,45±3,69 ^b

^a Médias aritméticas de três repetições, seguidas por letras minúsculas iguais na coluna para cada grupo de grãos diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Conforme os dados observados na Tabela 3, foi possível verificar a redução ($p \leq 0,05$) da viscosidade máxima, viscosidade de quebra, retrogradação e da viscosidade final em todas as temperaturas quando comparadas ao início do armazenamento, sendo as maiores reduções observadas na temperatura de 35°C. Essas alterações são resultado de modificações estruturais nos grânulos de amido, causado por ação enzimática e térmica durante o tempo de armazenamento. A redução nos parâmetros viscoamilográficos destes grãos indicam uma menor capacidade de hidratação e intumescimento dos grânulos de amido após o armazenamento, resultado da complexação da amilose (estrutura linear da molécula do amido), com outros constituintes dos grãos, principalmente proteínas, fortalecendo essas interações e consequentemente, aumentando a estabilidade dos grânulos durante o aquecimento (NOOMHORM, 1997).

Tabela 3. Parâmetros viscoamilográficos (RVU) de arroz parboilizado integral, armazenados em diferentes temperaturas (5,15, 25 e 35°C) durante 6 meses.

Temperatura de armazenamento	Temperatura de pasta (°C)	Viscosidade máxima (RVU)	Viscosidade de quebra (RVU)	Retrogradação (RVU)	Viscosidade final (RVU)
Inicial	95,10±0,10 ^a	43,13±0,63 ^a	12,59±0,17 ^a	29,71±0,04 ^a	60,25±0,75 ^a
5 °C	--	9,25±0,58 ^b	3,38±0,30 ^b	9,17±0,59 ^b	15,05±0,88 ^b
15 °C	--	7,13±1,13 ^{bc}	3,04±0,21 ^b	9,33±0,25 ^b	13,42±1,17 ^b
25 °C	--	6,79±0,71 ^c	2,88±0,13 ^b	9,71±0,29 ^b	13,63±0,55 ^b
35° C	--	1,34±0,17 ^d	1,13±0,13 ^c	3,04±0,29 ^c	3,25±1,33 ^c

^a Médias aritméticas de dez repetições, seguidas por letras minúsculas iguais na coluna para cada grupo de grãos diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

CONCLUSÃO

A temperatura de armazenamento interfere na qualidade tecnológica e viscoamilográfica

de grãos de arroz parboilizado integral. Com o aumento da temperatura ocorreu o aumento na acidez lipídica e condutividade elétrica e, o decréscimo no peso de mil grãos, pH dos grãos, teor de lipídios e nos parâmetros viscoamilográficos. Embora os grãos de arroz parboilizados sejam considerados produtos estáveis na vida de prateleira, algumas alterações ainda seguem ocorrendo e que são responsáveis pela intensificação dos efeitos deste processo de parboilização.

AGRADECIMENTOS

Capes, Cnpq, Polo de Inovação Tecnológica em Alimentos da Região Sul.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AACC, 2000. Fat acidity - general method. Method 02-01A. In: Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. **American Association of Cereal Chemists**, Inc, St. Paul, MN, USA.
- ABIAP- Associação de arroz Parboilizado do Brasil. Disponível em: <<http://www.abiap.com.br>> Acesso em 10 de junho de 2015.
- ALONÇO, A. dos S. et al. Cultivo do Arroz Irrigado no Brasil. Embrapa Cima Temperado. **Sistemas de Produção**. ISSN 1806-9207. Versão Eletrônica. Nov. 2005. Disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/m>> Acesso em 10 de junho de 2015.
- ALENCAR, E.R. et al. 2009. Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 13, 606–613.
- AMATO, G.W.; ELIAS, M.C. **A Parboilização do Arroz**. Porto Alegre: Ricardo Lenz, 2005.160p.
- AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 18 ed. Washington DC US, 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p
- CONAB - **Perspectivas para a agropecuária**. Volume 2. Safra 2014/2015. Disponível em <<http://www.conab.gov.br/>> Acesso em 10 de junho de 2015a.
- CONAB - **Levantamentos de safra**: 8º Levantamento grãos safra 2014/15. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 10 de junho de 2015b.
- ISTA - International Seed Testing Association. **Determination of other seeds by number**. In: International rules for seed testing. ed. 2008. Bassersdorf, c.4, pp 4.1-4.3 (2008).
- LIU, K. et al. 1992. Protein insolubilization and thermal destabilization during storage as related to hard-to-cook defect in cowpeas. **Journal of Agricultural Food Chemistry** 40, 2483-2487.
- NOOMHORM, A. et al. Effect of aging on the quality of glutinous rice crackers.; **Cereal Chemistry**, v. 74, p. 12-15, 1997.
- REHMAN, Z.U. et al. Nutritional changes in maize (*Zea mays*) during storage at three temperatures. **Food Chemistry**. 77, 197-201. 2002.
- SINGH, N. et al. Characterization of starches separated from Indian chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. **Journal of Food Engineering**, v. 63, p. 441-449, 2004.

EFEITO DO ÁCIDO GIBERÉLICO NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE ARROZ SUBMETIDO A ESTRESSE POR BAIXA TEMPERATURA

Daniele Brandstetter Rodrigues¹; Thais D'Ávila Rosa²; Diggo Balbé Helgueira²; Jonas Gularte¹; Lilian Vanussa Madruga de Tunes³; Luis Antonio de Ávila³

Palavras-chave: regulador de crescimento, qualidade fisiológica, *Oryza sativa*

INTRODUÇÃO

O Rio Grande do Sul destaca-se como principal estado produtor de arroz no Brasil, através do cultivo de arroz irrigado em uma área de 1,12 milhões de hectares, com produtividade média de 7,2 t.ha⁻¹ (CONAB, 2014). A lavoura de arroz no Rio Grande do Sul tem importância fundamental no cenário agro econômico do estado, respondendo por cerca de 61% do volume total de arroz produzido no Brasil (IRGA, 2012). No entanto, a cultura passa por estresses que podem comprometer o potencial produtivo, dentre os quais existem fatores bióticos, como pragas e plantas daninhas e abióticos, como temperatura e luminosidade.

O tratamento de sementes é uma prática utilizada para minimizar perdas de produtividade causadas por pragas e doenças que possam afetar o desenvolvimento inicial das culturas. Essa prática baseia-se na aplicação de produtos químicos como inseticidas, fungicidas, reguladores de crescimento ou ainda micronutrientes nas sementes em período que antecede a semeadura. Além da proteção que o produto oferece as sementes, estudos indicam que pode ocorrer melhoria na velocidade de emergência das plântulas (ALMEIDA et al., 2013).

Os reguladores de crescimento são substâncias naturais ou sintetizadas e, quando aplicadas nas plantas, possuem ações similares aos hormônios vegetais conhecidos (CASTRO, 2001). Os reguladores de crescimento e/ou hormônios desempenham um papel importante na regulação da maturação, dormência e germinação das sementes, além de estarem envolvidos no crescimento de frutos e outros fenômenos fisiológicos dos vegetais (BEWLWY, 1985). Hormônio vegetal é um composto orgânico, não nutriente, de ocorrência natural, produzido na planta que inibe, promove ou modifica processos morfológicos e fisiológicos do vegetal (BEWLWY, 1985).

Em sementes de milho doce, a utilização de ácido giberélico (GA3) na concentração de 50 mg L⁻¹ na pré-embebição das sementes ocasionou aumento na germinação e vigor, e um menor teor de proteínas totais e maior atividade amilolítica (ARAGÃO et al., 2003).

Santos et al (2013) avaliaram a ação do GA3 na germinação de sementes e vigor das plântulas de maracujá e concluíram que houve estímulo na germinação da cultura com o uso do GA3, diminuindo também a percentagem de sementes mortas.

Os efeitos dos reguladores de crescimento ainda estão sendo muito estudados, alguns podem promover efeitos benéficos no vigor das plântulas, aumentando o comprimento da parte aérea e total, porém há necessidade de mais pesquisas para elucidar o assunto.

Com isso, o objetivo do trabalho é avaliar o efeito do ácido giberélico no tratamento de sementes de arroz submetidos ao estresse abiótico por temperatura.

¹ Eng. Agr(a). Programa de Tecnologia e Produção de Sementes, UFPEL.

² Eng. Agr(a). Programa de Fitossanidade, UFPEL.

³ Eng. Agr(a), Dr(a). Professor da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPEL.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). O experimento foi arranjado em esquema fatorial 2X2 em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. O fator A é constituído pelos tratamentos, sendo um controle sem aplicação do regulador de crescimento e outro com a aplicação do GA₃ na dose (2,0 g i.a. 100 Kg⁻¹). O fator B refere-se as temperaturas utilizadas 25 e 17°C.

A cultivar de arroz utilizada foi IRGA 424, os tratamentos de sementes foram realizados diretamente nas sementes com válvula pressurizada, 24 horas antes da instalação dos experimentos, sendo colocadas em sacos plásticos com capacidade para cinco litros, utilizando-se um (1) kg de sementes por saco. O volume de calda utilizado foi de 1,5 L 100 kg⁻¹ de sementes, nas sementes sem aplicação do regulador de crescimento foi utilizado apenas água.

A avaliação da influência do tratamento de sementes e das temperaturas ambientais sobre as diferentes características fisiológicas das sementes de arroz foi realizada por meio das seguintes análises: primeira contagem de germinação, germinação, teste de envelhecimento acelerado e teste de frio (BRASIL, 2009).

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando comprovada a significância do efeito dos tratamentos pelo teste F ($p \leq 0,05$), as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste T ($p \leq 0,05$). Os dados da característica porcentagem de germinação foram transformados segundo RAIZ ($Y + 1$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre os fatores observados temperatura e tratamento de semente com ácido giberélico, primeira contagem de germinação e germinação, com exceção do teste de envelhecimento acelerado.

No teste de primeira contagem a aplicação do regulador de crescimento mostrou-se superior nas duas temperaturas submetidas, com destaque para a baixa temperatura (Tabela 1).

Tabela1. Primeira contagem de germinação de sementes de arroz submetidas a duas temperaturas relacionadas ao tratamento com ácido giberélico e sem tratamento.

Tratamento	Primeira Contagem Germinação (%)	
	Temperatura	
	25°C	17°C
T1-controle	83,12 b ² A ¹	28,37 bB
T2-GA ₃	91,12 aA	65,62 aB

CV= 10,41%

¹ Médias com letras maiúsculas distintas na linha diferem pelo teste de t-student ($p \leq 0,05$).

² Médias com letra minúscula distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Para o teste de germinação a aplicação de ácido giberélico apresentou aumento do índice de germinação das sementes de arroz. Esse fator é mais evidente quando as sementes foram acondicionadas na temperatura de 17°C (Tabela 2).

Tabela 2. Germinação de sementes de arroz submetidas a duas temperaturas relacionadas ao tratamento com ácido giberélico e sem tratamento.

Tratamento	Germinação (%)	
	Temperatura	
	25°C	17°C
T1-controle	91,50 a ² A ¹	35,00 bB
T2-GA ₃	92,25 aA	74,18 aB

CV= 8,87%

¹ Médias com letras maiúsculas distintas na linha diferem pelo teste de t-student (p≤0,05).

² Médias com letra minúscula distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Fatores como a temperatura podem ser relevantes de forma direta no que se refere a germinação, afetando a velocidade em que ocorre (Marcos Filho, 2005). Alguns produtos quando aplicados nas sementes podem apresentar efeito fitotônico, ou seja, rápido desenvolvimento das plântulas (ALMEIDA et al 2013).

O melhor resultado de primeira contagem de germinação e germinação na temperatura de 17°C pode estar relacionado ao efeito do hormônio o qual é considerado ativador enzimático endógeno (LEVITT, 1974). Os benefícios do ácido giberélico justificam-se pelo seu poder de ativação da síntetização de enzimas hidrolíticas de forma rápida e eficiente, essas enzimas são de extrema importância pois são responsáveis pela conversão do amido em açúcar, sendo determinantes para o crescimento e desenvolvimento da nova plântula (SCHWECHHEIMER, 2008). Embora a influência da aplicação do regulador de crescimento esteja relacionada a espécie em específico (KING et al 1987), há trabalhos que indicam seu efeito em outras espécies além do arroz como exemplo a poaceae *Trisacum dactyloides* (ROGIS, 2004).

Para o teste de envelhecimento acelerado não houve interação entre os fatores observados (temperatura e tratamento). Observa-se diferença estatística apenas entre os tratamentos, sendo que a aplicação do regulador de crescimento proporcionou aumento do índice de vigor representado pelo teste (Tabela 3).

Tabela 3. Envelhecimento acelerado de arroz submetidas a duas temperaturas relacionadas ao tratamento com ácido giberélico e sem tratamento.

Tratamento	Envelhecimento Acelerado (%)	
T1-controle	74,37	b
T2-GA ₃	83,62	a

CV= 11,53%

¹ Médias com letras maiúsculas distintas na linha diferem pelo teste de t-student (p≤0,05).

² Médias com letra minúscula distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Quando as sementes foram expostas a condições de estresse (baixa temperatura), denominado processo de deterioração, como ocorre no teste de envelhecimento acelerado, o tratamento com ácido giberélico mostrou-se eficiente em comparação com o controle.

Sementes tratadas com regulador de crescimento mostrou influência positiva no processo germinativo em baixas temperaturas, acarretando também melhorias no vigor inicial das sementes.

CONCLUSÃO

As sementes tratadas com ácido giberélico apresenta nas fases iniciais de crescimento, bom desenvolvimento mesmo quando submetidas a estresse abiótico, como baixas temperaturas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. S. et al. Thiamethoxam: An Inseticide that Improve Seed Rice Germination at Low Temperature. *Insecticides - Development of Safer and More Effective Technologies. Intech*, v.14, p.417-425, 2013.

ARAGÃO, C. A. et al. Atividade aminolítica e qualidade fisiológica de sementes armazenadas de milho super doce tratadas com ácido giberélico. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 25, p. 43-48, 2003.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. *Seeds: physiology of development and germination*. New York: **Plenum**; v. 7, p. 74-84, 1985.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. Aplicação de reguladores vegetais na agricultura tropical. Guaíba: **Agropecuária**, p. 132, 2001.

CONAB. Arroz - Brasil. Acompanhamento da Safra Brasileira. **Décimo segundo levantamento Setembro de 2014**. Disponível em: <www.conab.gov.br> Acesso em: Outubro de 2014.

KING, R.W., et al., Gibberellins in relation to growth and flowering in *Pharbitis nil* Chois. Camberra, Australia. **Plant Physiology**. v.84, p.1126-1131, 1987.

LEVITT, J. **Introduction to plant physiology**. 2.ed. Saint Louis: The C.V. Mosby Company, 1974. 447p.

SANTOS, A.C. et al. Germinação de sementes e vigor de plântulas de maracujazeiro amarelo submetidos à ação do ácido giberélico. **Journal of Biosciences**, v. 29, p. 400-407, 2013.

SCHWECHHEIMER, C. Understanding gibberellic acid signaling—are we there yet. **Plant Biology**, v. 1, p. 9-15, 2008.

ROGIS, C. et al., Enhancing germination of eastern gama grass seed with stratification and giberelic acid. **Crop Science** v. 44, p. 549-552, 2004.

EFEITO DO REGULADOR DE CRESCIMENTO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ARROZ

Aline Klug Radke¹; Andréa Bicca Noguez Martins¹; Manoela Andrade Monteiro²; Fernanda Xavier²; Guilherme Menezes Salau³; João Pedro Oliveira Behenck³; Alexandre Ataides de Oliveira Peres³; Dario Munt de Moraes⁴

Palavras-chave: citocinina, fitorreguladores, substâncias naturais ou sintéticas.

INTRODUÇÃO

Entre os cereais mais produzidos e consumidos no mundo estão o arroz (*Oriza sativa*), o trigo (*Triticum aestivum* L.) e o milho (*Zea mays* L.) (USDA, 2009). Sendo que, no Brasil, o arroz representa a terceira cultura anual em termos de produção, sendo cultivados anualmente cerca de 2,3 milhões de hectares, com produção de 12.399,5 milhões de toneladas (CONAB, 2015).

É importante salientar que, mais de 75% da produção de arroz é oriunda do sistema de cultivo irrigado por inundação (EMBRAPA, 2005), o qual possui alta necessidade de água quando comparado com outros sistemas de irrigação. Além disso, este sistema apresenta altos custos de produção, o que aumenta a necessidade de pesquisas em busca de novas alternativas para elevar o retorno econômico aos agricultores (GIACOMELI et al., 2013). Tendo em vista esta necessidade, existem produtos bioestimulantes que proporcionam melhorias no desempenho das sementes, suas respectivas plântulas e até mesmo em estádio mais avançados da cultura, onde as plantas mais vigorosas refletem em estande mais uniforme potencializando a capacidade produtiva da cultura.

Dentre os fitorreguladores pode-se citar as auxinas, as citocininas e as giberelinas. A auxina e a citocinina são necessárias continuamente no vegetal, e sua ausência é letal para os vegetais, já que são responsáveis pelo crescimento das plantas, relacionando-se com mecanismos de expansão celular. As citocininas possuem grande capacidade de promover divisão celular, principalmente quando interagem com as auxinas, e sua atividade está ligada a senescência foliar, a mobilização de nutrientes, a dominância apical, a formação e a atividade dos meristemas apicais, o desenvolvimento floral, a germinação de sementes e a quebra de dormência de gemas. Além de mediar muitos aspectos de desenvolvimento regulado pela luz, incluindo a diferenciação dos cloroplastos, o desenvolvimento do metabolismo autotrófico, e a expansão de folhas e cotilédones (TAIZ & ZEIGLER, 2004). Segundo Vieira & Castro (2000), as citocininas durante a germinação de sementes podem estar relacionadas com a permeabilidade de membranas.

Os fitorreguladores ou biorreguladores atuam em todas as fases de desenvolvimento das plantas, e o conhecimento de seus efeitos fisiológicos é fundamental para a compreensão da vida dos vegetais. Novas descobertas têm estimulado a utilização dessas substâncias na produção agrícola, com vistas ao aumento da qualidade e sustentabilidade dos cultivos. Promotores e inibidores do crescimento, reguladores de maturação e bioestimulantes vegetais têm compostos diversos sistemas de produção, como os de algodão, cana-de-açúcar, soja, citros, manga, uva, flores, hortaliças, entre outros. Dependendo de seu modo de ação, essas substâncias podem estimular a germinação das sementes por meio da quebra de dormência (Külen et al., 2011) ou de estímulos ao metabolismo de enzimas hidrolíticas, que controlam etapas da divisão celular, como as giberelinas (O'Brien et al., 2010), ou que induzem processos de autodefesa da planta, como os inseticidas da classe dos neonicotinoides (Ford et al., 2010).

Entretanto, para atuarem, estes fitorreguladores devem estar em quantidades suficientes, também devem interagir com as proteínas receptoras, para serem reconhecidos e capturados por cada um dos grupos de células (SALISBURY & ROSS, 1994). Esses reguladores são definidos como substâncias naturais ou sintéticas que podem ser aplicadas diretamente nas plantas, em sementes e no solo, com a finalidade de incrementar a produção e melhorar a qualidade das sementes. Entre as várias alterações os reguladores de crescimento influenciam o metabolismo protéico, podendo aumentar a taxa de síntese de enzimas envolvidas no processo de germinação das sementes (MCDONALD & KHAN, 1983) e ainda no enraizamento, floração, frutificação e senescência de plantas (CASTRO & VIEIRA, 2001).

No entanto, alguns reguladores apresentam, em suas formulações, micronutrientes, os quais são inseridos para minimizar problemas advindos da deficiência dos mesmos, durante os processos de germinação, desenvolvimento e produção de grãos. A importância dos micronutrientes pode ser entendida por meio das funções que exercem no metabolismo das plantas, atuando principalmente como catalisadores de várias enzimas (LOPES, 1989).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do fitorregulador citocinina no estabelecimento inicial na germinação de sementes de arroz cv Pampa.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido, no Laboratório de Fisiologia Vegetal, da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL - Faem). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, utilizando a cultivar de arroz Pampa submetido a uma solução de Citocinina, Cloreto de sódio (NaCl) e água destilada na proporção de 1:0,5 mg L⁻¹, respectivamente, em seguida, o conteúdo foi adicionado as sementes dentro de copos plásticos e deixadas por um período de 15 minutos na solução. Os tratamentos utilizados foram T1 citocinina+(NaCl); T2 água destilada+(NaCl); T3 citocinina+água destilada e T4 água destilada (controle).

Para a avaliação da germinação e vigor, as sementes tratadas foram submetidas aos seguintes testes laboratoriais: teste de germinação (G), comprimento do sistema radicular (CSR), comprimento de parte aérea (CPA), massa de matéria seca da raiz (MSR) e massa de matéria seca da parte aérea (MPA).

Para a realização do teste de germinação, foram utilizadas 200 sementes para cada tratamento, sendo quatro repetições de 50 sementes, que foram acondicionadas em rolos de papel germitest, previamente umedecido com água destilada (BRASIL, 2009). Os rolos foram mantidos em germinador regulado a 25°C. A primeira contagem da germinação foi realizada no 5º dia após a montagem do teste, já a segunda contagem foi feita no 14º. Os resultados foram expressos em porcentagem, considerando-se nas contagens a média de plântulas normais de cada tratamento. No teste de crescimento foram usadas quatro repetições de 20 sementes por tratamento.

As sementes foram acondicionadas em rolos de papel germitest, previamente umedecidos com água destilada. Os rolos foram agrupados, fechados com saco plástico e colocados em germinador a 25 °C. O comprimento da raiz e a parte aérea das plântulas normais foram medidos aos sete dias após a instalação do teste (NAKAGAWA, 1999). Após a mensuração do crescimento das plântulas de arroz, esse material foi utilizado para avaliação da massa de matéria seca. Para esta determinação, as amostras foram secas em estufa a 80°C durante 24 horas, até atingir massa constante.

¹ Engenheira Agrônoma, doutoranda do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, FAEM/UFPEL, e-mail: alinekradke@hotmail.com, Departamento de Fitotecnia, FAEM/UFPEL. Caixa Postal: 354 Campus Universitário Capão do Leão, CEP: 96 001-970 - Pelotas, RS

² Engenheira Agrônoma, mestranda do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, FAEM/UFPEL

³ Graduando em Agronomia, FAEM, UFPEL

⁴ Professor Titular do Departamento de Botânica, Instituto de Biologia/ UFPEL

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As doses aplicadas não influenciaram significativamente a percentagem de germinação na cultivar testada (Tabela 1). Estes resultados contrariam os encontrados por Vieira & Castro (2001), que obtiveram efeitos da citocinina sobre a germinação de sementes de soja (cv. IAC-8-2).

Vieira et al. (1999), também observaram incremento na germinação de sementes de soja tratadas com citocinina, principalmente por causa das reduções significativas na quantidade de plântulas anormais. Entretanto, os resultados encontrados no presente estudo corroboram com os resultados obtidos por Vieira et al. (2001) e Vieira (2005), em que a citocinina não afetou significativamente a qualidade fisiológica de sementes de soja e algodão, respectivamente. Alleoni et al. (2000), em ensaios com feijão, também não observaram diferença no "stand" inicial com o tratamento de sementes com citocinina.

Deve-se, entretanto, ressaltar que, mais do que a concentração dos fitormônios, a relação entre eles pode determinar muitas vezes seus efeitos e eventos fisiológicos. Além disso, os fatores abióticos podem influenciar sobremaneira a ação dos fitormônios nas sementes e a aplicação dos fitormônios na superfície das sementes não garante a sua absorção, pelo menos em sua totalidade (BUCHANAN et al., 2001). A quantidade de fitormônios absorvida depende fundamentalmente da superfície de contato da semente e da quantidade de água e da concentração da solução, contendo os fitorreguladores, absorvida pelas sementes (BUCHANAN et al., 2001).

Atualmente, o uso de reguladores vegetais nas culturas do arroz, milho, soja, feijão e algodão tem potencializado o aumento da produtividade, embora sua utilização ainda não seja prática rotineira entre os produtores de culturas de alto nível tecnológico, como a soja. Os biorreguladores vegetais são substâncias sintetizadas que, aplicadas exogenamente, possuem ações similares à dos grupos de fitormônios conhecidos (VIEIRA & CASTRO, 2002), os quais promovem, inibem ou modificam processos fisiológicos e morfológicos do vegetal (CASTRO & VIEIRA, 2001). De acordo com Raven et al. (2007), os hormônios são capazes de regular o crescimento e o desenvolvimento, em parte pelo fato de produzirem efeitos amplificados. Uma única molécula de hormônio pode desencadear uma cascata de eventos metabólicos, repercutindo em mudanças no desenvolvimento intracelular. Segundo Salisbury & Ross (1992), um determinado fitormônio pode expressar sua ação no mesmo local de síntese ou longe dele, em diferentes fases do desenvolvimento. As auxinas são responsáveis pelo crescimento das plantas, agindo diretamente nos mecanismos de expansão e diferenciação celular (VIEIRA & MONTEIRO, 2002). As citocininas estão diretamente relacionadas com o processo de divisão celular e em processos de desenvolvimento vegetativos e reprodutivos, na germinação de sementes e na quebra de dormência de gemas (RAVEN et al., 2007; VIEIRA & MONTEIRO, 2002).

Pode-se inferir que o fato da citocinina não afetar, neste caso, a percentagem de germinação de sementes de arroz (Tabela 1), pode ser explicado pelo acúmulo deste fitormônio no tecido (MOTERLE et al. 2011), sendo que a germinação é o primeiro processo fisiológico que terá contato com o produto exposto ao organismo vegetal. Os processos de desenvolvimento seguintes poderão sofrer maior influência da ação do produto sobre os tecidos em formação.

Tabela 1. Teste de Germinação (G), Comprimento de Parte Aérea (CPA), Comprimento do Sistema Radicular (CSR), Massa de Matéria Seca da Parte Aérea (MSPA), Massa de Matéria Seca de Sistema Radicular (MSSR) da cultura do arroz

Tratamentos	(%)	Comprimento (mm)		Massa Seca (g)	
	Germinação	Radícula	Parte aérea	Radícula	Parte aérea
T1(Cit + NaCl)	95 a	142.16 a	99.46 a	41 a	53 a
T2(H ₂ O + NaCl)	92 a	146.16 a	104.80 a	36 a	50 a
T3(Cit + H ₂ O)	93 a	109.83 a	102.63 a	38 a	48 a
T4(H ₂ O)	94 a	132.93 a	108.20 a	38 a	54 a
CV% =	2.58%	13.67%	7.20%	26.79%	15.79%

*Letras seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

CONCLUSÃO

A aplicação do fitorregulador não influenciou nos resultados do teste de germinação, comprimento de parte aérea e do sistema radicular e matéria seca da parte aérea e radícula.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alleoni B; Bosqueiro, M.; Rossi, M. Efeito dos reguladores vegetais de Stimulate no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Publicatio UEPG, 6:23-35, 2000.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009.
- Buchanan, B.B.; Gruissem, W.; Jones, R.L.. *Biochemistry & Molecular Biology of Plants*. American Society of Plant Physiologists. Rockville, Maryland. 1367p, 2000.
- CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária. 132 p. 2001.
- CONAB. Acompanhamento de safra brasileira de grãos, safra 2014/15, v.2, n.9, 2015. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Conab, 2015. <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_11_09_00_38_boletim_graos_junho_2015.pdf>. Acessado em: 26 de junho de 2015.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo de arroz irrigado**. 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoBrasil/cap10.htm>>. Acessado em: 24 de junho de 2015.
- FORD, K.A.; CASIDA, J.E.; CHANDRAN, D.; GULEVICH, A.G.; OKRENT, R.A.; DURKIN, K.A.; SARPONG, R.; BUNNELLE, E.M.; WILDERMUTH, M.C. Nicotinic insecticides induce salicylate-associated plant defense responses. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.107, p.17527-17532, 2010.
- GIACOMELLI, R., SANTOS, L.T.A., MACHADO, A.G., NETO, S.F.G., ALBERTO, M.C., SILVA, N.V. Qualidade fisiológica de sementes de arroz irrigado por aspersão e inundação. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 6, 2013, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, 2013.

¹ Engenheira Agrônoma, doutoranda do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, FAEM/UFPEL, e-mail: alinekradke@hotmail.com, Departamento de Fitotecnia, FAEM/UFPEL, Caixa Postal: 354 Campus Universitário Capão do Leão, CEP: 96 001-970 - Pelotas, RS

² Engenheira Agrônoma, mestranda do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, FAEM/UFPEL

³ Graduando em Agronomia, FAEM, UFPEL

⁴ Professor Titular do Departamento de Botânica, Instituto de Biologia/ UFPEL

KÜLEN, O.; STUSHNOFF, C.; DAVIDSON, R.D.; HOLM, D.G.M. Gibberellic acid and ethephon alter potato minituber bud dormancy and improve seed tuber yield. **American Journal of Potato Research**, v.88, p.167-174, 2011.

LOPES, A. S. **Manual de fertilidade do solo**. Traduzido por Alfredo Scheid Lopes. São Paulo: ANDA/Fotapos, 1989.

McDONALD, M. D.; KHAN, A. A. Acid scarification and protein synthesis during seed germination. **Agronomy Journal, Madison**, v. 2, n. 75, p. 111-114, 1983.

MOTERLE, L. M. et al. Efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. **Revista Ceres**, v. 58, n. 5, p. 651-660, 2011.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO (eds.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP. p. 48-85. 1999.

O'BRIEN, R.; FOWKES, N.; BASSOM, A.P. Models for gibberellic acid transport and enzyme production and transport in the aleurone layer of barley. **Journal of Theoretical Biology**, v.267, p.15-21, 2010.

Raven ,P.H.; Evert, R.F.; Eichhorn,S.E . *Biologia vegetal*. 7a ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. 856p, 2007.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Fisiologia vegetal**. Traduzido por V. G. Velázquez. Mexico: Iberoamérica. 759 p. 1994.

Salisbury FB & Ross C . *Plant physiology*. 4 ed. California, Wadsworth. 682p., 1992.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed. 559p. 2004.

USDA. United States Department of Agriculture. Production, supply and distribution online: custom query. 2009. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx> >. Acessado em: 24 de junho de 2015.

VIEIRA, E. L. et al. Stimulate no sistema de produção da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA NA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005, Cornélio Procopio. **Resumos...** Cornélio Procopio. p.82-83. 2005.

Vieira, E.L.;Castro,P.R.C. Ação de estimulante no desenvolvimento inicial de plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). Piracicaba, USP. Dept°. Ciências Biológicas. 3p., 2002.

VIEIRA, E. L. **Ação de bioestimulantes na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.)**. Piracicaba, 2001. 122 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo. 2001.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. Ação de Stimulate na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento radicular de plantas de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba: Esalq-USP, 2000. 15 p. (Relatório técnico).

Vieira E.L.; Castro,P.R.C.; Monteiro, C.A .Efeito de Stimulate na germinação e vigor de sementes de soja. In: I Congresso Brasileiro de Soja, Londrina. Resumos. Embrapa Soja. p.361- 361., 1999.

Vieira, E.L.; Monteiro, C.A. Hormônios vegetais. In: Introdução à fisiologia vegetal. Maringá, Eduem. p.79-104, 2002.

¹ Engenheira Agrônoma, doutoranda do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, FAEM/UFPEL, e-mail: alinekradke@hotmail.com, Departamento de Fitotecnia. FAEM/UFPEL Caixa Postal: 354 Campus Universitário Capão do Leão, CEP: 96 001-970 - Pelotas, RS

² Engenheira Agrônoma, mestranda do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, FAEM/UFPEL

³ Graduando em Agronomia, FAEM, UFPEL

⁴ Professor Titular do Departamento de Botânica, Instituto de Biologia/ UFPEL

EFEITOS DA UMIDADE E DA TEMPERATURA DE EXTRUSÃO SOBRE PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS E NUTRICIONAIS DE EXTRUSADOS EXPANDIDOS À BASE DE ARROZ

Nathan Levien Vanier¹, Miriã Miranda da Silveira², Daiane Pinheiro Kröning², Bruno Artur Rockenbach³, Jose de J. Berrios⁴, Moacir Cardoso Elias⁵

Palavras-chave: Índice de expansão, dureza, composição centesimal.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é considerado um dos principais componentes na dieta da população brasileira. A extrusão é um processo de transformação de matérias-primas através do cozimento das mesmas, alterando positivamente suas características de cor e textura, através de alta temperatura e pressão num curto espaço de tempo. A extrusão torna o alimento mais estável ao armazenamento (ALTAN et al., 2009).

Por meio da técnica de extrusão é possível obter uma grande variedade de produtos. Em virtude da sua versatilidade operacional e das suas variáveis funções, o processo pode ser usado na área alimentar, seja para elaboração de produtos para consumo humano ou para consumo animal, ou na indústria de gêneros não-alimentícios (fabricação de embalagens plásticas, recheios de espumas, material para perfuração de poços petrolíferos, etc.).

De acordo com Ding et al. (2005), a farinha de arroz é um ingrediente atrativo para extrusão devido ao seu sabor brando, cor atrativa, hipoalergenicidade e facilidade de digestão. Durante a extrusão ocorrem fenômenos simultâneos, entre os quais estão compreendidos: (1) gelatinização de amidos; (2) desnaturação de proteínas; (3) modificação de lipídeos; (4) desenvolvimento da reação de Maillard; (5) destruição de microrganismos; (6) inativação de enzimas; (7) degradação de vitaminas e pigmentos (MULLA et al., 2011). Essas propriedades são altamente influenciadas pela origem do amido e pelas condições do processo de extrusão, como a umidade da formulação, a temperatura máxima utilizada no processo, a pressão de extrusão e a velocidade da rosca, entre outras.

Objetiva-se, com o presente trabalho, avaliar efeitos da umidade da formulação (18% e 22%) e da temperatura máxima de extrusão (100°C e 140°C) sobre propriedades tecnológicas e nutricionais de extrusados expandidos à base de arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os seguintes materiais vegetais: (1) farinha de arroz branco polido (*Oryza sativa* L.) do genótipo L-206, a qual foi fornecida pela *California Cooperative Rice Research Foundation, Inc.* (CCRRF); (2) grãos de feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.) considerados “hard-to-cook”, acondicionados hermeticamente durante 4 anos no *Western Regional Research Center* (WRRRC) do *United States Department of Agriculture* (USDA); (3) farelo de trigo fornecido por *ConAgra Mills*; e (4) resíduo sólido de indústria de suco de maçã, fornecido por *Tree Top*. Além destes materiais, foram utilizados sal e açúcar no preparo das formulações. O delineamento experimental utilizado para este estudo foi o completamente casualizado bifatorial (2x2), em duas repetições.

¹ Engenheiro Agrônomo, Dr., Pós-Doutorando no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRAOS) da Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário S/N, 96160-000, Capão do Leão, RS. Email: nathanvanier@hotmail.com

² Acadêmica do Curso de Agronomia, Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas.

³ Acadêmico do Curso de Agronomia, Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas.

⁴ Pesquisador do Western Regional Research Center (WRRRC) do United States Department of Agriculture (USDA).

⁵ Professor Titular do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas.

A farinha de arroz branco polido e a farinha de feijão apresentaram tamanho médio de partículas de 35 Mesh. O farelo de trigo e a farinha de resíduo sólido de indústria de suco de maçã apresentaram partículas com tamanho de 45 e 35 Mesh, respectivamente. As formulações (2,5 kg) foram preparadas utilizando 61,6% de farinha de arroz, 26,4% de farinha de feijão, 2,5% farelo de trigo, 2,5% de resíduo sólido de indústria de suco de maçã, 2,0% de sal e 5,0% de açúcar. A mistura arroz-feijão constituiu 88% da formulação, com uma razão arroz:feijão de 70:30, balanço considerado o ideal para a dieta de aminoácidos essenciais dos seres humanos.

As misturas foram acondicionadas em embalagens herméticas. Imediatamente determinou-se o teor de água de cada formulação, conforme o método descrito pela ASAE (2000), podendo-se calcular o restante de água a ser adicionada na extrusora de forma a contemplar as umidades da farinha a serem testadas, 18% e 22%. A extrusão foi realizada na planta piloto do *Western Regional Research Center* (WRRRC) do *United States Department of Agriculture* (USDA), utilizando extrusora dupla-rosca de 18 mm (modelo MIC 18/GL 30D, American Leistritz Extruder Corp., NJ, Estados Unidos).

Após o conhecimento do grau de umidade do material já extrusado, foi realizado o cálculo para que cada amostra fosse secada até atingir 6% de umidade, ideal para acondicionamento e posterior comercialização de extrusados expandidos. Esta etapa foi conduzida a 70°C, em estufa equipada com circulação forçada de ar.

Para avaliar o índice de expansão, utilizou-se paquímetro digital, onde foram feitas 5 leituras tomadas ao acaso de 25 extrusados expandidos, contendo aproximadamente 4 cm de comprimento. A taxa de expansão foi calculada pela razão entre o diâmetro médio dos extrusados expandidos e o diâmetro do orifício de saída (3,0 mm) dos extrusados contido na zona de expansão da extrusora. A densidade foi determinada conforme descrito por Altan et al. (2009).

A dureza dos extrusados foi avaliada em texturômetro (TA-XT2). Os extrusados foram pressionados com um probe em formato de guilhotina (55 x 1 mm), o qual foi programado para pressionar o extrusado até 2,5 mm de profundidade, com suas velocidades pré, pós e de teste de 10, 10 e 0,5 mm.s⁻¹, respectivamente. A força trigger foi programada para 0,020 kg. O teor de proteína bruta, lipídeos e cinzas foram executados de acordo com métodos indicados (AOAC, 2006). Já o teor de carboidratos foi determinado por diferença dos demais componentes. O teor de compostos fenólicos livres foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteu, conforme descrito por Zielinski e Kozłowska (2000).

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e, posteriormente, comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados o índice de expansão, a densidade e a dureza dos extrusados expandidos à base de farinha de arroz.

Tabela 1 - Efeitos das condições de extrusão sobre o índice de expansão, a densidade (g.cm⁻³) e a dureza dos extrusados à base de arroz.

Tratamento	Índice de expansão	Densidade (g.cm ⁻³)	Dureza (N)
100°C/18%	6,0789±0,5388 b	0,3949±0,00 a	25,79±2,19 b
100°C/22%	4,7205±0,3955 d	0,4182±0,00 a	49,56±5,59 a
140°C/18%	9,0577±1,3901 a	0,1861±0,00 c	8,79±0,82 d
140°C/22%	5,4786±0,4768 c	0,2913±0,01 b	14,61±0,82 c

Resultados expressam médias de três repetições ± desvio padrão. Valores acompanhados por letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem estatisticamente (p≤0,05).

O maior índice de expansão (p≤0,05) foi observado nos extrusados preparados com

18% de umidade e 140°C. Os extrusados preparados com 22% de umidade apresentaram os valores mais baixos de índice de expansão. Logo, ficou evidente que a menor umidade da farinha e a maior temperatura de extrusão proporcionaram a maior expansão dos extrusados. A densidade dos extrusados é, de forma geral, uma relação inversa ao índice de expansão. Dessa forma, a menor densidade foi apresentada pelo extrusado que apresentou o maior índice de expansão (140°C/18%).

A maior dureza foi observada no extrusado preparado com temperatura máxima de 140°C e umidade de 18%. Estudos anteriores (ALTAN et al., 2009; DING et al., 2005; ROBIN et al., 2012) também apontaram menor dureza em extrusados com maior taxa de expansão, menor densidade e maior porosidade. A dureza é um parâmetro de qualidade de grande importância na avaliação de aceitação dos produtos extrusados (CARVALHO et al., 2012).

Na Tabela 2 é apresentada a composição centesimal da farinha não extrusada e dos extrusados preparados em diferentes condições. Não houve diferença ($p \leq 0,05$) nos teores de proteína bruta e cinzas entre as amostras extrusadas e a farinha não extrusada. No entanto, houve redução ($p \leq 0,05$) no teor de lipídeos dos extrusados expandidos, comparados à FNE. De acordo com Singh et al. (2007), alguns lipídeos podem ser perdidos no momento de expansão do extrusado, na forma de óleo livre, e outros podem se complexar com amilose, formando complexos que dificultam sua extração. Isto explica a redução no teor de lipídeos após a extrusão.

Tabela 2 - Efeitos das condições de extrusão sobre a composição proximal (% em base seca) dos extrusados a base de arroz.

Composição	FNE*	Condição de extrusão			
		100°C/18%	100°C/22%	140°C/18%	140°C/22%
Proteína	10,41±0,09 a	10,60±0,19 a	10,52±0,13 a	10,58±0,21 a	10,50±0,15 a
Cinzas	3,56±0,04 a	3,59±0,02 a	3,69±0,08 a	3,59±0,04 a	3,70±0,13 a
Lipídeos	2,35±0,08 a	1,47±0,04 b	1,22±0,05 c	1,24±0,08 c	1,15±0,05 c
Carboidratos totais**	83,68	84,34	84,57	87,07	84,65

Resultados expressam médias de três repetições \pm desvio padrão. Valores acompanhados por letras minúsculas diferentes, na mesma linha, diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$). * FNE = farinha não extrusada. ** Valores calculados por diferença dos demais constituintes.

O teor de compostos fenólicos solúveis em função do processo de extrusão e das condições de temperatura e umidade utilizadas está apresentado na Fig. 1. Houve redução ($p \leq 0,05$) no teor de compostos fenólicos livres (solúveis) nos extrusados expandidos, comparados à farinha não extrusada (FNE), com exceção aos extrusados preparados a 140°C e 18% de umidade da farinha, os quais apresentaram teor semelhante ($p \leq 0,05$) ao da FNE.

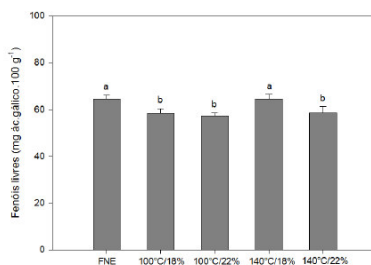


Figura 1 - Efeitos das condições de extrusão sobre o teor de compostos fenólicos livres (mg ac. gálico. 100 g⁻¹) dos extrusados à base de arroz. Barras com letras diferentes diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$).

De acordo com Viscidi et al. (2004), perdas no teor de compostos fenólicos em função do processo de extrusão são esperadas. A alta temperatura do processo tende a quebrar ou transformar os compostos polifenólicos em outros compostos fenólicos ou não fenólicos. Além disso, Remy et al. (2000) sugeriram que a extrusão pode promover a polimerização de ácidos fenólicos e taninos, reduzindo sua solubilidade.

CONCLUSÃO

A extrusão com temperatura máxima de 140°C e umidade da formulação de 18% propiciou extrusados expandidos à base de arroz com alto índice de expansão, baixa densidade e baixa dureza. A composição centesimal e o teor de fenólicos solúveis foram preservados na extrusão a 140°C e 18% de umidade, exceto o teor de lipídeos, que reduziu.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), à Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul (SCT-RS) e ao Polo de Inovação Tecnológica em Alimentos da Região Sul (Polo de Alimentos).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTAN, A. et al. Effect of screw configuration and raw material on some properties of barley extrudates. **Journal of Food Engineering**, v.92, p. 377-382, 2009.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of Analysis**. 18 ed. Washington DC US, 2006.
- CARVALHO, A. V. et al. Processamento e caracterizacao de snack extrudado a partir de farinhas de quirera de arroz e de bandinha de feijao. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, p. 72-83, 2012.
- DING, Q-B. et al. The effect of extrusion conditions on the physicochemical properties and sensory characteristics of rice based expanded snacks. **Journal of Food Engineering**, v. 66, p. 283-289, 2005.
- MULLA, M. Z. et al. Effect of formulation and processing parameters on acrylamide formation: A case study on extrusion blends of potato flour and semolina. **LWT-Food Science and Technology**, v. 44, p. 1643-1648, 2011.
- REMY, S. et al. First confirmation in red wine of products resulting from direct anthocyanin-tannin reactions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 745-751, 2000.
- ROBIN, F. et al. Process, structure and texture of extruded whole wheat. **Journal of Cereal Science**, v. 56, p. 358-366, 2012.
- VISCIDI, K. A. et al. Complex phenolic compounds reduce lipid oxidation in extruded oat cereals. **LWT-Food Science and Technology**, v. 37, p. 789-796, 2004.
- ZIELINSKI, H.; KOZŁOWSKA, H. Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 2008-2016, 2000.

EFEITOS DO PROCESSO DE EXTRUSÃO E DO TEOR DE AMILOSE SOBRE PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS E ESTRUTURAIS DE AMIDO ISOLADO DE GRÃOS DE ARROZ

Nathan Levien Vanier¹, Jean Ávila Schwartz², Juciano Gabriel da Silva², José De J. Berrios³, Maurício de Oliveira⁴, Moacir Cardoso Elias⁵

Palavras-chave: amilose, amilopectina, cromatografia de permeação em gel, extrusão.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma das principais fontes de energia para cerca de dois terços da população mundial, sendo considerado, também, um importante veículo de vitaminas e minerais para as populações de países em desenvolvimento, que têm no arroz a base da dieta alimentar. A extrusão é uma operação que transforma matérias-primas agrícolas em produtos cozidos, estáveis no armazenamento, prontos para consumo, com melhores características de textura e sabor, através da utilização de elevada temperatura e pressão num curto período de tempo.

Os principais alimentos utilizados como matérias-primas para produtos extrusados são cereais, amidos e/ou vegetais (ANTON et al., 2009). Segundo Tahnoven et al. (1998), estes ingredientes são os mais utilizados por darem estrutura e textura desejáveis aos produtos extrusados expandidos. Durante o processo de extrusão ocorre uma série de fenômenos, como a gelatinização de amido, a desnaturação de proteínas, a modificação de lipídeos, o desenvolvimento da reação de Maillard, a degradação de vitaminas e pigmentos, a inativação de enzimas e a inativação de fatores antinutricionais. De acordo com Pitts et al. (2014), ainda há muito a se entender sobre as variáveis do processo de extrusão, as interações entre os ingredientes usados nas formulações e os efeitos das modificações nas matérias-primas sobre propriedades tecnológicas, nutricionais e sensoriais dos produtos finais.

Objetivou-se, com o estudo, avaliar efeitos das condições de extrusão e do teor de amilose sobre propriedades tecnológicas e estruturais de extrusados expandidos à base de amido de arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados amidos isolados de arroz (*Oryza sativa* L.) dos genótipos Moti, IRGA 406 e IRGA 417. Cerca de 100 g dos amidos de arroz foi mantida no estado nativo, enquanto outra parte (700 g) foi extrusada. A extrusão foi realizada em uma extrusora dupla-rosca de 18 mm (modelo MIC 18/GL 30D), com programação fixa de 60, 80, 90, 90, 100 e 100°C, para cada uma das seis zonas de aquecimento-arrefecimento. A taxa de alimentação da extrusora foi de 50 g.min⁻¹ e a velocidade da rosca foi mantida constante a 500 rpm. A umidade dos amidos foi fixada em 22%. Os extrusados foram coletados após expansão na extrusora e secos, posteriormente, em estufa com circulação forçada de ar a 70°C, até 10% de umidade.

Os extrusados preparados com amidos de arroz com diferentes teores de amilose foram

¹ Eng. Agrônomo, Dr., Pós-Doutorando no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRAOS) da Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário S/N, 96160-000, Capão do Leão, RS. Email: nathanvanier@hotmail.com

² Acadêmico do Curso de Agronomia, Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas.

³ Pesquisador do Western Regional Research Center (WRRRC) do United States Department of Agriculture (USDA).

⁴ Eng. Agrônomo, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, da Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas.

⁵ Eng. Agrônomo, Dr., Professor Titular do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, da Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas.

fotografados em microscópio estereoscópico (Nikon SMZ25, Nikon Instruments, EUA). Para determinação do índice de expansão dos extrusados, 5 leituras do diâmetro foram feitas em 25 extrusados expandidos contendo cerca de 4 cm de comprimento. O diâmetro dos extrusados foi determinado utilizando paquímetro digital. O índice de expansão foi calculado como a razão entre o diâmetro médio dos extrusados expandidos e o diâmetro do orifício de saída (3,0 mm) dos extrusados na zona de expansão da extrusora.

A dureza dos extrusados foi avaliada em texturômetro (TA-XT2, Texture Technologies Corp.), utilizando apenas um ciclo de compressão. Os extrusados foram dispostos individualmente sobre uma plataforma metálica (85 x 10 mm) e, posteriormente, pressionados com um probe em formato de guilhotina (55 x 1 mm). O probe foi programado para pressionar o extrusado até 2,5 mm de profundidade, com velocidades pré, pós e de teste de 10, 10 e 1,0 mm.s⁻¹, respectivamente.

A estrutura molecular foi avaliada através da cromatografia de permeação em gel (GPC) Sepharose CL-2B e CL-6B, conforme o método descrito por Bertoft et al. (2008).

O índice de expansão e a dureza foram analisados quanto a sua normalidade e homocedasticidade, submetidos a análise de variância (ANOVA) e, posteriormente, comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão apresentadas imagens de microscopia estereoscópica dos extrusados expandidos preparados com amido de arroz de diferentes teores de amilose.

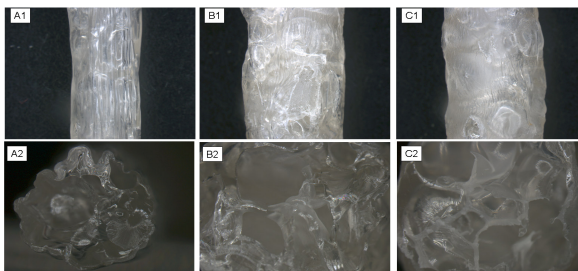


Figura 1 – Imagens de microscopia estereoscópica dos extrusados expandidos de amido isolado de arroz contendo 8% (A), 20% (B) e 32% (C) de amilose. Números 1 e 2 representam, respectivamente, imagens tomadas com 0,71X de aproximação da vista frontal e 1,6X de aproximação da seção transversal dos extrusados.

Os extrusados preparados com amido de arroz com 8% de amilose (Fig. 1A2) apresentaram poros menores, com paredes mais tenras do que os extrusados preparados com amido de arroz com 20 e 32% de amilose (Figuras 1B2 e 1C2, respectivamente). No momento da expansão, foi observado que a matriz gelatinizada do amido com apenas 8% de amilose apresenta mais elasticidade do que os demais materiais. As bolhas se formavam, cresciam, mas ou estouravam ou murchavam. De acordo com Lai e Kokini (1991), amidos ricos em amilopectina expandem mais do que amidos ricos em amilose. Por apresentar cadeias mais curtas e ramificadas do que a amilose, a amilopectina apresenta menor habilidade para se reorganizar após o processo de gelatinização, formando uma matriz menos viscosa. Já a amilose, por apresentar cadeias longas e lineares, é capaz de formar facilmente novas interações após gelatinização e, logo, uma matriz mais viscosa.

Na Figura 2 estão apresentados o índice de expansão e a dureza dos extrusados obtidos de amido isolado de arroz com diferentes teores de amilose.

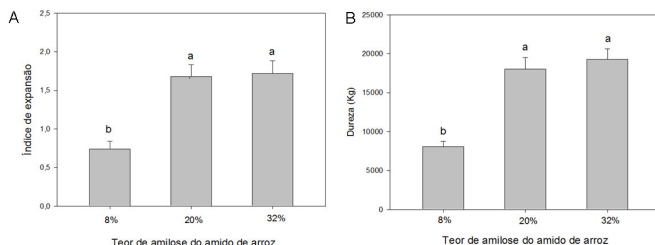


Figura 2 - Índice de expansão (A) e dureza (kg) (B) dos extrusados expandidos de amido isolado de grãos de arroz com diferentes teores de amilose. Barras de erro indicam o desvio padrão. Letras diferentes diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$).

O menor índice de expansão ($p \leq 0,05$) foi observado nos extrusados preparados com amido de arroz com 8% de amilose. Os extrusados preparados com amido isolado de arroz com 20% e 32% de amilose apresentaram índice de expansão semelhante ($p \leq 0,05$). A baixa dureza e a facilidade com que o extrusado expandido preparado com amido de baixo teor de amilose quebra estão associadas à presença de poros e à ausência de interações fortes entre amilose-amilose e amilose-amilopectina após a gelatinização do amido, que deixou a matriz pouco viscosa e com paredes de bolha pouco espessas.

Nas figuras 3 e 4 estão apresentados, respectivamente, os cromatogramas de permeação em gel Sepharose CL-2B e CL-6B dos amidos nativos e extrusados.

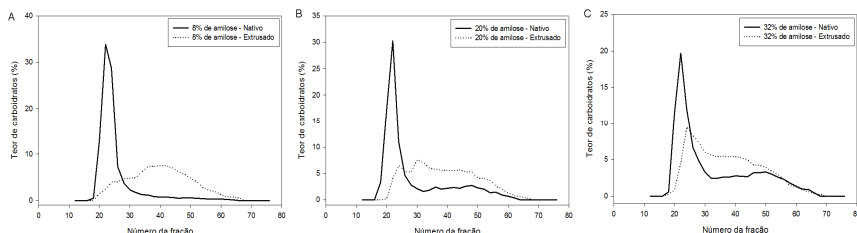


Figura 3 - Cromatografia de permeação em gel Sepharose CL-2B dos amidos com 8% (A), 20% (B) e 32% (C) de amilose, nativos e extrusados.

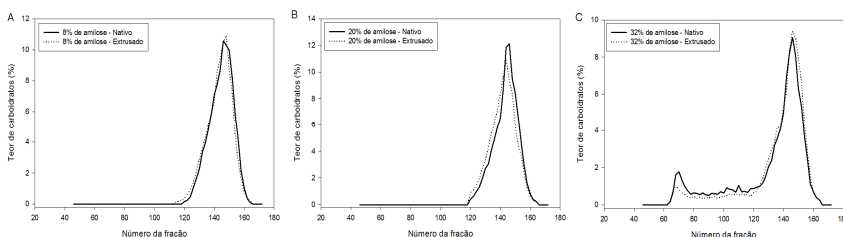


Figura 4 - Cromatografia de permeação em gel Sepharose CL-6B dos amidos com 8% (A), 20% (B) e 32% (C) de amilose, nativos e extrusados.

Na Figura 3, a fração de alto peso molecular (18-30) tipicamente representa moléculas de amilopectina, enquanto as demais, superiores a 30, representam amilose. A extrusão promoveu a redução do peso molecular das moléculas de amilopectina em todos os amidos extrusados (Figura 3). Segundo Singh et al. (2007), as cadeias ramificadas de amilopectina tornam a molécula suscetível aos danos por cisalhamento durante a extrusão.

O amido desramificado pelas enzimas pullulanase e isoamilase, que clivam ligações

$\alpha(1-6)$, foi eluído em gel Sepharose CL-6B (Figura 4). A fração entre 60 e 80 compreende cadeias longas de glicose, enquanto as frações entre 80 a 120 compreendem cadeias lineares de tamanho médio. Já as frações acima de 120, por sua vez, correspondem às cadeias curtas de glicose, provenientes da desramificação da amilopectina (VAMADEVAM et al., 2014).

Não foi verificada diferença nas frações desramificadas de amido nativo e extrusado dos materiais com 8% e 20% de amilose (Figura 4). Este fato indica que a extrusão clivou preferencialmente ligações $\alpha(1-6)$, das ramificações da amilopectina. Os resultados estão de acordo com Politz et al. (1994), que relataram que moléculas grandes de amilopectina, bastante ramificadas, em farinha de milho, apresentam as maiores reduções no tamanho molecular durante a extrusão.

CONCLUSÃO

O maior índice de expansão na extrusão dos amidos isolados de arroz ocorre com teores de amilose entre 20 e 35%. A amilopectina, apesar de favorecer a elasticidade da matriz gelatinizada, não é capaz de formar novas interações para fortalecer a parede das bolhas. O processo de extrusão promove a quebra das ligações $\alpha(1-6)$, predominantemente, da cadeia de amilopectina do amido de arroz.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, ao CNPq, à FAPERGS, à SCT-RS e ao Polo de Alimentos da Região Sul.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTON, A. A. et al. Physical and nutritional impact of fortification of corn starch-based extruded snacks with common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flour: Effects of bean addition and extrusion cooking. **Food Chemistry**, v. 113, p. 989-996, 2009.
- BERTOFT, E. et al. unit chain composition in amylopectins. **Carbohydrate Polymers**, V. 74, p. 527-543, 2008.
- LAI, L. S.; KOKINI, J. L. Physicochemical changes and rheological properties of starch during extrusion. **Biotechnology Progress**, v. 7, p. 251-266, 1991.
- PITTS, K. F. et al. Co-effect of salt and sugar on extrusion processing, rheology, structure and fracture mechanical properties of wheat-corn blend. **Journal of Food Engineering**, v. 127, p. 58-66, 2014.
- POLITZ, M. L. et al. Quantitative measurement of extrusion-induced starch fragmentation products in maize flour using nonaqueous automated gel-permeation chromatography. **Cereal Chemistry**, v. 71, p. 532-536, 1994.
- SINGH, S. et al. Nutritional aspects of food extrusion: a review. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 42, p. 916-929, 2007.
- TAHNOVEN, R. et al. Snack foods. **Lebensmittel Untersuchung Forschung**, v. 206, p. 360- 363, 1998.
- VAMADEVAM, V. et al. Hydrothermal treatment and iodine binding provide insights into the organization of glucan chains within the semi-crystalline lamellae of corn starch granules. **Biopolymers**, v. 101, p. 871-885, 2014.

ESTUDO DE AVALIAÇÃO SENSORIAL DE PEGAJOSIDADE DE ARROZ

George von Borries¹; Michela Okada Chaves²; Heloisa Celis de Paiva Breseghello³

Palavras-chave: terras altas, irrigado, Análise de Mantel-Haenszel, Teste de Kruskal-Wallis, análise sensorial

INTRODUÇÃO

A análise sensorial de pegajosidade de arroz, realizada por equipe treinada para este fim, visa auxiliar na indicação de materiais (cultivares) de arroz mais promissores para o mercado. Entretanto, como o painel de avaliação é composto por diferentes avaliadores, podem ocorrer inconsistências nas avaliações, tanto com relação às amostras avaliadas, quanto aos indivíduos que realizam esta avaliação. O presente estudo consiste da análise estatística de 4 amostras diferentes de arroz irrigado com base em notas atribuídas por um painel sensorial treinado. Três avaliadores atribuíram notas de pegajosidade numa escala hedônica variando de 1 (muito pegajoso) a 7 (muito solto), em diferentes épocas. O objetivo deste trabalho foi verificar se os avaliadores eram consistentes em suas avaliações entre as amostras e entre seus pares.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo foram utilizadas as cultivares IRGA 417, BRS Tropical, BRA 051077 e BRS Pampa. Dois avaliadores, identificados como AC e AF, atribuíram notas às amostras em três períodos de tempo: 45 dias, 72 dias e 134 dias após a colheita. Um dos avaliadores, identificado como AP, participou do estudo somente no último período (134 dias após a colheita). Cada avaliador provou a mesma amostra por 2 vezes, em dias alternados. A Figura 1 mostra a escala de notas utilizada, sendo que as notas em vermelho são as referências fixas para as notas 2 (pegajoso), 4 (mais ou menos solto) e 6 (solto). Todas as amostras foram beneficiadas com grau de polimento entre 95 e 105.



Figura 1: Escala de notas para pegajosidade.

1 Análise de Mantel-Haenszel

A estatística de Mantel-Haenszel (ou Cochran-Mantel-Haenszel, CMH) pode ser utilizada para testar a hipótese nula de ausência de associação entre a avaliação atribuída à pegajosidade do arroz e o tempo de avaliação, ajustado pelo avaliador/cultivar de arroz. Isto é, procurou-se verificar se para cada avaliador/cultivar (ID) existe uma associação entre a resposta dada e tempo de avaliação, indicando por exemplo uma alteração na pegajosidade ao longo do tempo para alguma cultivar analisada, com diferença ocorrendo no julgamento

¹ PhD em Estatística, Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília, DF, CEP 70910-900, gborries@unb.br.

² MSc em International Management, Embrapa Arroz e Feijão.

³ Engenheira agrônoma, Embrapa Arroz e Feijão.

de pelo menos um avaliador. Em geral, a literatura (STOKES et al., 2012, KURITZ et al., 1988, ZHANG e BOOS, 1996) apresenta três estatísticas principais de Mantel-Haenszel (MH). Utilizando-se a notação de STOKES et al. (2012), tem-se: (1) QGMH - variáveis de interesse estão na escala nominal; (2) QSMH - os níveis da variável resposta estão na escala ordinal; (3) QCSMH - a resposta e a variável de grupos são ambas ordinais. Detalhes sobre o cálculo de cada estatística podem ser obtidos em STOKES et al (2012) e KURITZ et al. (1988). Para esta análise foi utilizado SAS versão 9.4 para Windows.

2 Teste de Kruskal-Wallis

O teste de Kruskal-Wallis procura identificar diferenças entre tratamentos e utiliza o rank das observações nas comparações.

3. Modelo para resposta sensorial

Neste estudo considera-se a modelagem da resposta sensorial atribuída a cada amostra em função do avaliador e período em que a avaliação é feita (tempo). Foi considerado o modelo logito cumulativo de efeitos fixos utilizando a abordagem GEE (Generalized Estimating Equations). Este modelo é discutido em detalhes em AGRETI (2002). A função logito é utilizada porque sendo a avaliação sensorial ordinal, as respostas do modelo linear são multinomiais, e não normais, como no modelo ANOVA usual. O modelo logito cumulativo de efeitos fixos pode ser descrito como

$$\text{logit}[P(Y_t \leq j)] = \alpha_j + \beta_1 t + \beta_2 a + \beta_3 ta, \quad (1)$$

com

Y_t : resposta sensorial atribuída a amostra;

$j = 3, \dots, 6$: possível resposta sensorial (na escala redefinida);

t : tempo (período) de avaliação;

a : avaliador/cultivar

ta : efeito de interação do tempo e avaliador/cultivar.

ainda:

$$\text{logit}[P(Y_t \leq j)] = \log \frac{P(Y_t \leq j)}{1 - P(Y_t \leq j)},$$

sendo $P(Y_t \leq m_j)$ a probabilidade de uma resposta sensorial ser igual ou inferior a j . De maneira geral, busca-se evidências da existência de influência do tempo e avaliador/cultivar na probabilidade de uma resposta sensorial atribuída a uma amostra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Algumas dificuldades para análise foram encontradas na realização do estudo: (1) existência de apenas duas repetições para cada período analisado, dificultando a verificação de alguma tendência nas notas atribuídas pelos avaliadores; (2) baixo número de avaliadores, que faz com que qualquer avaliação fora do padrão tenha grande peso na análise; (3) avaliações incompletas para 1 entre 3 avaliadores: um dos avaliadores participou da análise apenas no último período de tempo, tornando limitada a escolha de uma metodologia estatística; (4) as categorias no extremo da escala (notas 1 e 7) não são observadas ou apresentam um pequeno número de observações (1 ou 2 casos, por exemplo). Isto exige a recodificação da escala ou eliminação dos pontos pouco frequentes.

A Tabela 1 mostra os resultados obtidos na análise Mantel-Haenszel para QSMH (Média de Escores Difere) e QCSMH (Correlação não nula), uma vez que a resposta é ordinal. QSMH mostra evidência para rejeitar a hipótese de ausência de associação, enquanto que QCSMH não rejeita a hipótese nula. Este fato pode ser explicado quando se

analisa o gráfico de escores médios atribuídos por cada avaliador, em cada cultivar (Figura 2).

Nota-se que quando se considera a ordem da variável tempo, o que é feito na estatística QCSMH, a estatística é não significativa ($p\text{-valor} = 0,3225$), indicando que não existe uma tendência linear na média dos escores de avaliação entre os diferentes avaliadores/cultivares, i.e., não existe uma tendência de aumento ou diminuição dos escores atribuídos ao longo do tempo. As notas médias para cada período são: 5,04 para 45 dias após a colheita, 5,73 para 72 dias após a colheita e 4,92 para 134 dias após a colheita. Já ao ignorar a ordem da variável tempo e considerar QSMH, a estatística é significativa ($p\text{-valor} = 0,0222$) ao nível $\alpha = 0,10$, indicando que existe uma associação entre os escores médios atribuídos pelos diferentes avaliadores/cultivares. Isto ocorre porque, como pode ser observado na Figura 2, um dos períodos tem resposta sensorial média superior aos demais (tempo = 72) e as respostas dos avaliadores sobre uma cultivar segue sempre uma tendência (maior ou menor) em relação a nota de outro avaliador/cultivar⁴. Exemplo: as notas do avaliador AC para BRS Pampa (ID = 1) são inferiores (em média) as demais. As notas médias para avaliador/cultivar1 são: (1) 4,83, (2) 5, (3) 5,33, (4) 4,33, (5) 5, (6) 4,67, (7) 5,33, (8) 5, (9) 6,31, (10) 5,81, (11) 6,31 e (12) 4,81.

Tabela 1. Resultados da análise Mantel-Haenszel para as 4 amostras de arroz para hipóteses QSMH (row mean scores) e QCSMH (nonzero correlation).

Estatística de Cochran-Mantel-Haenszel (Baseada na tabela de escores)			
Estatística	Hipótese alternativa	Valor	p-valor
1	Correlação não nula	0,9786	0,3225
2	Média de Escores Difere	7,6166	0,0222

Nota: Amostra efetiva = 56, Valores faltantes = 16.

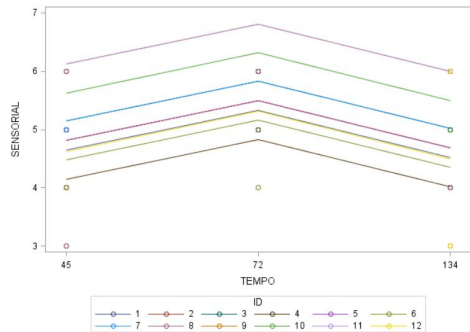


Figura 2. Respostas sensoriais por período de tempo para cada avaliador/variedade. IDs: (1) AC e IRGA417, (2) AC e BRS TROPICAL, (3) AC e BRA0510177, (4) AC e BRS PAMPA, (5) AF e IRGA417, (6) AF e BRS TROPICAL, (7) AF e BRA0510177, (8) AF e BRS PAMPA, (9) AP e IRGA417, (10) AF e BRS TROPICAL, (11) AF e BRA0510177, (12) AF e BRS PAMPA.

Utilizando as medidas de associação CMH e as análises gráficas, conclui-se que as avaliações de cada avaliador em relação a cada cultivar são consistentes ao longo do

⁴ IDs: (1) AC e IRGA417, (2) AC e BRS TROPICAL, (3) AC e BRA0510177, (4) AC e BRS PAMPA, (5) AF e IRGA417, (6) AF e BRS TROPICAL, (7) AF e BRA0510177, (8) AF e BRS PAMPA, (9) AP e IRGA417, (10) AF e BRS TROPICAL, (11) AF e BRA0510177, (12) AF e BRS PAMPA.

tempo. Os avaliadores apresentam pequenas divergências em suas respostas, porém atribuindo valores menores ou maiores nos mesmos períodos de tempo e para as mesmas cultivares. No Teste de Kruskal-Wallis, ao se incluir os 3 avaliadores, o teste não apresenta diferença significativa entre as avaliações sensoriais para o nível $\alpha = 0,05$ ($\chi^2 = 4,6536$ e p-valor = 0,0976). Entretanto, esta conclusão seria diferente para um nível $\alpha = 0,10$. Este é um resultado que indica a necessidade de um aumento da amostra antes que se tome uma decisão sobre as avaliações sensoriais dos diferentes avaliadores. Ao incluir somente os 2 avaliadores que participaram dos 3 momentos do estudo, conclui-se que não existe evidência para rejeitar a igualdade nos escores atribuídos na avaliação sensorial destes dois avaliadores ($\chi^2 = 0,21$ com p-valor = 0,6464). As Tabelas 2 e 3 mostram a distribuição das avaliações sensoriais para arroz irrigado e a escala de avaliação sensorial redefinida para uma escala com 4 categorias ordinais, respectivamente.

Tabela 2. Distribuição das notas das avaliações sensoriais para arroz irrigado

Avaliação Sensorial	1	2	3	4	5	6	7
Frequência	0	2	2	11	21	19	1

Tabela 3. Escala de avaliação sensorial (notas) redefinida para uma escala com 4 categorias ordinais

Avaliação Sensorial	≤3	4	5	≥6
Frequência	4	11	21	20

Utilizando a PROC GENMOD do SAS para o Modelo Logito, nenhum dos parâmetros do modelo se mostrou significativamente diferente de zero ($H_0: \beta_i = 0, i = 1, 2, 3$), indicando que não existe influência do tempo ou avaliador/cultivar na atribuição dos escores às diversas amostras.

CONCLUSÃO

O estudo utilizou uma abordagem de dados categorizados para respostas com distribuição multinomial, uma vez que as respostas são ordinais (avaliação sensorial). As unidades experimentais foram agrupadas pelo par avaliador/cultivar. Deste estudo foi possível concluir que as respostas tendem a não diferir ao longo do tempo. Algumas respostas sensoriais para avaliador/cultivar são mais elevadas que outras, mas seguem a mesma tendência. As avaliações sensoriais dos dois avaliadores que participaram de todas as avaliações indicam uma consistência na avaliação, não apresentando diferença significativa ao longo do tempo e para diferentes amostras de arroz irrigado. Estudos mais detalhados devem ser feitos para confirmar a ideia de que a avaliação sensorial de pegajosidade é restrita a amostra em questão, (1) sem influência do avaliador, mostrando consistência do treinamento; (2) sem influência das cultivares, mostrando que talvez os resultados possam ser generalizados; e (3) sem influência do tempo de avaliação, mostrando que a pegajosidade não parece ser alterada para amostras com maior tempo de colheita.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- STOKES, M.E. et al. Categorical Data Analysis Using SAS. **SAS Institute**, 3ª ed., 2012
- KURITZ, S.J.; et al. A General Overview of Mantel-Haenszel Methods. **Ann. Rev. Public Health**, v. 9, p.123-160, 1988.
- ZHANG, J.; BOOS, D.D. Generalized Cochran-Mantel-Haenszel Test Statistics for Correlated Categorical Data. **Department of Statistics, North Carolina State University**, USA, 1996.
- AGRESTI, A. Categorical Data Analysis. Wiley, 2ª ed., 2002.

EXTRUSADOS EXPANDIDOS À BASE DE ARROZ: PARÂMETROS OPERACIONAIS E PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS EM FUNÇÃO DO TEOR DE AMIOLOSE E DA TEMPERATURA DE EXTRUSÃO

Nathan Levien Vanier¹; Franciene Almeida Villanova²; Jean Paulo de Oliveira³; José de J. Berrios⁴; Maurício de Oliveira⁵; Moacir Cardoso Elias⁶

Palavras-chave: Torque, pressão de funcionamento, expansão, dureza.

INTRODUÇÃO

O processo de extrusão visa transformar matérias-primas em produtos cozidos, prontos para o consumo e estáveis quando armazenados, utilizando elevada temperatura e elevada pressão por um curto período. As características dos produtos extrusados dependem de vários fatores como: temperatura máxima de extrusão, umidade de extrusão, composição da farinha ou da formulação, velocidade de rosca utilizada, taxa de alimentação, entre outros.

A farinha de arroz é um ingrediente atrativo para a extrusão devido ao seu sabor brando, sua coloração clara, hipoalergenidade e boa digestibilidade, conforme relatado por Ding et. al (2005). Os principais constituintes do arroz são os carboidratos, e estes são representados predominantemente pelo amido (VANDEPUTTE; DELCOOR, 2004), que corresponde à aproximadamente 90% da matéria seca do grão polido e está presente principalmente no endosperma (BAO et al., 2004).

O amido de arroz é constituído de amilose e amilopectina. O teor de amilose constitui uma variável de grande interesse na tecnologia do arroz, sendo um dos determinantes da capacidade de aglutinação dos grãos (KENNEDY; BURLINGAME, 2003). A proporção de amilose e amilopectina no amido tem efeito significativo sobre a viscosidade do material gelatinizado durante a extrusão, influenciando, logo, no índice de expansão do extrusado (PITTS et al., 2014).

Objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar parâmetros operacionais e propriedades tecnológicas de extrusados expandidos à base de arroz em função do teor de amilose da farinha de arroz e da temperatura de extrusão (100 e 140°C).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os seguintes materiais vegetais: (1) farinha de arroz branco polido (*Oryza sativa* L.) dos genótipos Calamylow-201 (6,3% de amilose), M-206 (17,7% de amilose) e L-206 (23,1% de amilose), as quais foram fornecidas pela *California Cooperative Rice Research Foundation, Inc.* (CCRRF); (2) grãos de feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.) considerados “hard-to-cook”, acondicionados hermeticamente durante 4 anos no *Western Regional Research Center* (WRRRC) do *United States Department of Agriculture* (USDA); (3) farelo de trigo fornecido por *ConAgra Mills*; e (4) resíduo sólido de indústria de suco de maçã, fornecido por *Tree Top*. Além destes materiais, foram utilizados sal e açúcar no

¹ Eng. Agrônomo, Dr., Pós-Doutorando no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRAOS) da Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário S/N, 96160-000, Capão do Leão, RS. Email: nathanvanier@hotmail.com

² Eng. Agrônoma, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos - DCTA - FAEM-UFPEL.

³ Tecnólogo em Alimentos, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos - DCTA - FAEM-UFPEL.

⁴ Pesquisador do Western Regional Research Center (WRRRC) do United States Department of Agriculture (USDA).

⁵ Eng. Agrônomo, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas.

⁶ Eng. Agrônomo, Dr., Professor Titular do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas.

preparo das formulações. O delineamento experimental utilizado para este estudo foi o completamente casualizado bifatorial (3x2), em duas repetições.

As farinhas de arroz branco polido e a farinha de feijão apresentaram tamanho médio de partículas de 35 Mesh. O farelo de trigo e a farinha de resíduo sólido de indústria de suco de maçã apresentaram partículas com tamanho de 45 e 35 Mesh, respectivamente. As formulações (2,5 kg) foram preparadas utilizando 61,6% de farinha de arroz, 26,4% de farinha de feijão, 2,5% farelo de trigo, 2,5% de resíduo sólido de indústria de suco de maçã, 2,0% de sal e 5,0% de açúcar. A mistura arroz-feijão constituiu 88% da formulação, com uma razão arroz:feijão de 70:30, balanço considerado o ideal para a dieta de aminoácidos essenciais dos seres humanos.

As misturas foram acondicionadas em embalagens herméticas. Imediatamente determinou-se o teor de água de cada formulação, conforme o método descrito pela ASAE (2000), podendo-se calcular o restante de água a ser adicionada na extrusora de forma a contemplar a umidade da farinha de 18%. A extrusão foi realizada na planta piloto do *Western Regional Research Center (WRRC)* do *United States Department of Agriculture (USDA)*, utilizando extrusora dupla-rosca de 18 mm (modelo MIC 18/GL 30D, American Leistritz Extruder Corp., NJ, Estados Unidos). A extrusora apresentava 6 zonas de aquecimento-arrefecimento, sendo utilizada a seguinte programação para as zonas, considerando o início como a zona de alimentação e o término como a zona de expansão: 60, 80, 90, 90, 100 ou 140, e 100°C. A taxa de alimentação da extrusora foi de 50 g.min⁻¹ e a velocidade da rosca foi mantida constante a 500 rpm.

Após o conhecimento do grau de umidade do material já extrusado, foi realizado o cálculo para que cada amostra fosse seca até atingir 6% de umidade, ideal para acondicionamento e posterior comercialização de extrusados expandidos. Esta etapa foi conduzida a 70°C, em estufa equipada com circulação forçada de ar.

A leitura do torque e da pressão de funcionamento da extrusora, durante o preparo dos extrusados, foi realizada no painel de comandos da extrusora. Os dados foram coletados a cada 60 segundos, totalizando 20 anotações. Uma imagem dos extrusados foi capturada com câmera digital (modelo D600, Nikon, Japão). Para avaliar o índice de expansão, utilizou-se paquímetro digital, onde foram feitas 5 leituras tomadas ao acaso de 25 extrusados expandidos, contendo aproximadamente 4 cm de comprimento. O índice de expansão foi calculado pela razão entre o diâmetro médio dos extrusados expandidos e o diâmetro do orifício de saída (3,0 mm) dos extrusados contido na zona de expansão da extrusora.

A dureza dos extrusados foi avaliada em texturômetro (TA-XT2). As amostras foram pressionadas com um probe em formato de guilhotina (55 x 1 mm), o qual foi programado para pressionar o extrusado até 2,5 mm de profundidade, com suas velocidades pré, pós e de teste de 10, 10 e 0,5 mm.s⁻¹, respectivamente. A força trigger foi programada para 0,020 kg.

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e, posteriormente, comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão apresentados os extrusados obtidos no presente estudo. Os extrusados preparados com temperatura máxima de extrusão de 140°C apresentaram coloração mais clara do que os demais, bem como maior diâmetro, independente do teor de amilose. A coloração mais clara pode ser resultante da melhor distribuição das antocianinas no produto extrusado em função do maior diâmetro obtido. Além disso, a alta temperatura de extrusão (140°C) implica em possíveis perdas de antocianinas, tendo em vista a sensibilidade destes pigmentos às altas temperaturas (BRENNAN et al., 2011). Quanto ao aumento do diâmetro, este pode ser justificado devido à alta temperatura diminuir a viscosidade da matriz, favorecendo a formação de bolhas, com consequente aumento da expansão do extrusado.



Figura 1 - Imagem dos extrusados expandidos obtidos no presente estudo.

Na Figura 2 estão apresentados o torque e a pressão de funcionamento registrados pela extrusora durante o preparo dos extrusados.

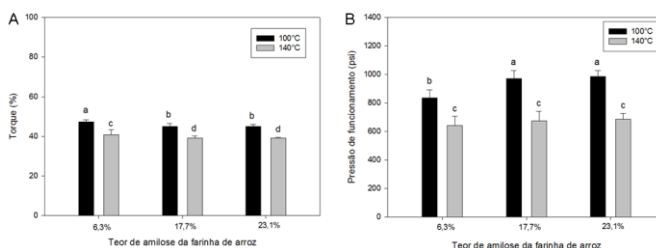


Figura 2 - Torque (%) (A) e pressão de funcionamento (psi) (B) registrados pela extrusora dupla-rosca de 18 mm. Barras de erros indicam o desvio padrão. Barras com letras diferentes são significativamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Os maiores valores para torque ($p \leq 0,05$) foram registrados nos extrusados preparados com farinha de arroz de baixa amilose (6,3%). De modo geral, a maior temperatura de extrusão foi responsável pelo menor torque. Comportamento semelhante ao torque foi verificado na pressão de funcionamento da extrusora (Figura 2B). Na Figura 3 estão apresentados o índice de expansão e a dureza dos extrusados expandidos em função do teor de amilose da farinha de arroz e da temperatura máxima utilizada na extrusão.

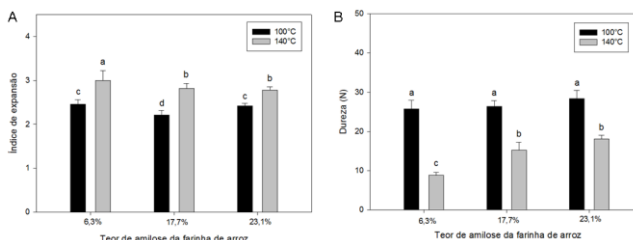


Figura 3. Efeitos da temperatura de extrusão e do teor de amilose sobre o índice de expansão (A) e a dureza (B) dos extrusados. Barras de erro indicam o desvio padrão. Barras com letras diferentes são significativamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Os índices de expansão ($p \leq 0,05$) foram maiores nos extrusados preparados na temperatura de 140°C, com destaque para o elaborado com farinha de arroz de baixa amilose (6,3%), o qual obteve a maior expansão (Figura 3A). De acordo com Bouvier e Campanella (2014), dois fatores controlam a capacidade de expansão da farinha gelatinizada: a viscosidade da matriz e a elasticidade da matriz. Sendo assim, a expansão

demasiada obtida nos extrusados elaborados a 140°C justifica-se pelo efeito da temperatura implicar na redução da viscosidade da matriz, e esta por sua vez confere menor resistência mecânica para formação de bolhas, ocasionando maior expansão. A dureza é um parâmetro que, segundo Ding et al. (2005), está associada à menor taxa de expansão e à maior densidade dos extrusados. Em relação à dureza (Figura 3B), observou-se comportamento inverso à expansão, cujo menor valor foi obtido pelo extrusado preparado a 140°C com baixo teor de amilose (6,3%). De acordo com Pitts et al. (2014), amidos ricos em amilopectina expandem mais do que amidos ricos em amilose, pois a presença de cadeias curtas e ramificadas de amilopectina dificulta a formação de interações moleculares, enquanto que a estrutura linear das moléculas de amilose permite a formação de interações fortes, aumentando a viscosidade do amido gelatinizado (matriz). Sendo assim, a redução da dureza justifica-se pela diminuição da densidade ocasionada pela maior taxa de expansão.

CONCLUSÃO

O aumento da temperatura de extrusão acarreta na diminuição do torque e da pressão verificados durante o processo de extrusão, independente do teor de amilose. Temperaturas elevadas e baixos teores de amilose ocasionam o aumento da expansão dos extrusados, bem como diminuição de sua dureza.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), à Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul (SCT-RS) e ao Polo de Inovação Tecnológica em Alimentos da Região Sul (Polo de Alimentos).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASAE – American Society of Agricultural Engineers. Moisture measurement – unground grain and seeds. In: Standards, 2000. St. Joseph: ASAE, p. 563, 2000.
- BAO, J.; KONG, X.; XIE, J. XU, L. Analysis of genotypic and environmental effects on rice starch. 1. Apparent Amylose content, pasting viscosity, and gel texture. **Journal of agriculture and food chemistry**, 52, pg 6010-6016, 2004.
- BOUVIER, J.-M.; CAMPANELLA, O. Extrusion processing technology: food and non-food biomaterials, John Wiley & Sons, pp. 507, 2014.
- BRENNAN, C.; BRENNAN, M.; DERBYSHIRE, E.; TIWARI, B. K. Effects of extrusion on the polyphenols, vitamins and antioxidant activity of foods. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, p. 570-575, 2011.
- DING, Q.-B.; AINSWORTH, P.; TUCKER, G.; MARSON, H. The effect of extrusion conditions on the physicochemical properties and sensory characteristics of rice-based expanded snacks. **Journal of Food Engineering**, v. 66, p. 283-289, 2005.
- KENNEDY, G.; BURLINGAME, B. Analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspective. **Food Chemistry**, v. 80, n. 4, p. 589-596, 2003.
- PITTS, K. F.; FAVARO, J.; AUSTIN, P.; DAY, L. Co-effect of salt and sugar on extrusion processing, rheology, structure and fracture mechanical properties of wheat-corn blend. **Journal of Food Engineering**, v. 127, p. 58-66, 2014.
- VANDEPUTTE, G.E.; DELCOUR, J.A. From sucrose to starch granule to starch physical behavior: a focus on rice starch. **Carbohydrate Polymers**, v. 58, n. 3, p. 245-266, 2004.

INCIDÊNCIA DE *BACILLUS CEREUS* EM MARCAS COMERCIAIS DE ARROZ BRANCO POLIDO]

[Adriane Lettnin Roll Feijó¹; Tiago André Kaminski²; Taiane Medeiro Ciocheta³]

Palavras-chave: [*Oryza sativa*, microrganismos, patógeno, intoxicação alimentar, cereais.]

INTRODUÇÃO

[O arroz (*Oryza sativa* L.) é considerado o principal alimento para grande parte da população mundial, constituindo-se em um dos cereais mais produzidos no mundo, juntamente com o trigo e o milho. No Brasil, a região sul é a principal região produtora, com destaque para o estado do Rio Grande do Sul, onde predomina o cultivo de arroz pelo sistema irrigado (FRITZ *et al.*, 2010). No entanto, esta forma de cultivo propicia umidade necessária para o desenvolvimento de diversos microrganismos ativos (SCAVINO *et al.*, 2010), que podem contaminar os grãos ainda no campo, permanecer e crescer quando estes não são adequadamente submetidos aos processos de secagem e armazenamento (ELIAS *et al.*, 2007).

Os microrganismos estão presentes no solo e na água durante o plantio, e a transferência destes para os grãos de cereais são comuns, devido às técnicas de manejo utilizadas (FRITZ *et al.*, 2010). Os *Bacillus* são um gênero de microrganismos encontrados em abundância no solo, sendo o *Bacillus cereus* o segundo em incidência (FRITZ *et al.*, 2010).

Bacillus cereus, ou *B. cereus*, é o patógeno mais comum nos grãos de arroz e a cocção do alimento não é garantia de sua inocuidade, pois este microrganismo pode formar esporos (COTO *et al.*, 2012). A contaminação do arroz por este microrganismo ocorre geralmente em baixas concentrações, em níveis considerados seguros para o consumo (SILVA *et al.*, 2010). Os sintomas apresentados durante uma intoxicação por *B. cereus*, geralmente vômitos e diarreias, assemelham-se aos desenvolvidos durante intoxicação por *Staphylococcus aureus* e *Clostridium perfringens* (MARTINO *et al.*, 2010).

Das doenças transmitidas por alimentos (DTA) no Rio Grande do Sul, estima-se que 14,4% são oriundas de contaminação por *B. cereus* (WELKER *et al.*, 2009). Considerando que as análises realizadas em alimentos suspeitos de DTA[§] seguem os parâmetros microbiológicos de qualidade para alimentos estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), através da Resolução-RDC n°12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), e que a mesma não estabelece a obrigatoriedade da análise de *B. cereus* para o grupo em que o arroz é enquadrado (grupo 10 e subgrupo j), se faz necessário um monitoramento da incidência deste patógeno no arroz.

Neste contexto, o trabalho se propôs a avaliar bimestralmente a incidência de *B. cereus* em dez marcas de arroz branco polido comercializadas no estado do Rio Grande do Sul, durante o período de seis meses.]

MATERIAL E MÉTODOS

[Amostras: dez amostras de arroz do grupo beneficiado, subgrupo polido, classe longo fino e tipo 1, foram adquiridas em supermercados das cidades de Itaqui/RS e Santa Maria/RS, nos meses de janeiro, março e maio de 2014, conforme informações descritas na Tabela 1. Os meses de referência correspondem ao mês de coleta da amostra, sendo a

¹ Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa . campus Itaqui, Rua Luiz Joaquim de Sá Brito s/n, Bairro Promorar, Itaqui/RS, Brasil, 97650-000. E-mail: adrianeifeijo@unipampa.edu.br.

² Doutor, Universidade Federal do Pampa . campus Itaqui.

³ Graduanda do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa . campus Itaqui.

amostragem realizada com as embalagens disponíveis no mercado nos respectivos meses, independente de sua data de fabricação. As amostras foram mantidas em suas embalagens originais, acondicionadas em caixas plásticas e temperatura ambiente até o momento das análises microbiológicas.

Tabela 1. Informações das amostras de arroz avaliadas.

Amostra	Proveniência	Janeiro/2014	Março/2014	Maio/2014
		Lotes		
1	Pelotas/RS	06SET14 01A	28DEZ14 01A	14FEV15 03A
2	Itaqui/RS	091014	120115	080315
3	São Borja/RS	MT T1 18JBC	MT T1 00AFD	MT T1 11JFD
4	Capão do Leão/RS	CL 48201316	CL 09201414	CL 12201411
5	Santa Maria/RS	11 13	02 14	04 14
6	Camaquã/RS	024H3CAM4	021L3CAM4	024A4CAM4
7	Alegrete/RS	48 M08 M	09 M08 M	04 M09
8	Camaquã e Bagé/RS	5L4313 SLC	D1L/0814 CCB	N1L/1414 CCB
9	Nova Santa Rita/RS	51113	50214	30514
10	Itaqui/RS	36	36	36

Diluições seriadas: para a diluição 10^{-1} utilizou-se 25 g de amostra em 225 mL de água peptonada a 0,1%; após 25 minutos, realizaram-se diluições subsequentes até 10^{-3} (SILVA *et al.*, 2010).

Contagem de *B. cereus* em placas: foi realizado plaqueamento direto pelo método da American Public Health Association (APHA) descrito pela Instrução normativa nº62 (BRASIL, 2003) em placas vertidas com Ágar Manitol Gema de Ovo Polimixina (MYP), preparadas conforme instruções do fabricante. Das diluições seriadas, foram inoculados 0,1 mL de cada em superfície utilizando alça de Drigalski. As colônias típicas de *B. cereus* foram inoculadas em tubos com ágar nutriente inclinados, com posterior confirmação pelo teste de Holbrook e Anderson, conforme descrito por SILVA *et al.* (2010).

Análise estatística: as amostras foram analisadas em triplicata, os resultados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância no programa Statistica versão 8.0 (STATSOFT, 2007).]

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas informações descritas para as amostras na Tabela 1, pode-se observar que a amostra 10 apresenta o mesmo lote (36) nos três meses avaliados. Neste caso, embora as amostras apresentassem o mesmo lote, as embalagens descreviam datas de fabricação. Tais constatações, preliminares aos resultados, já demonstram diferenças de tratamento ao produto, pois enquanto algumas marcas de arroz permitiam identificar lotes diários (amostras 1 e 2), semanais (amostra 4) ou mensais (amostra 5), a empresa responsável pela amostra 10 embalou o mesmo lote durante, pelo menos, cinco meses. Outro detalhe importante é a proveniência da amostra 8, que informa diferentes cidades, no entanto as embalagens dos produtos descrevia que as três letras finais do lote indicam o local de produção em Bagé/RS (CCB) ou Camaquã/RS (SLC).

Na Tabela 2 estão demonstrados os resultados das contagens de *B. cereus* nas amostras. Enquanto que as contagens das amostras 1, 5 e 10 estiveram abaixo do limite de detecção do método (100 UFC.g^{-1}), as amostras 3, 4, 8 e 9 tiveram contagens nos três meses em que foram analisadas.

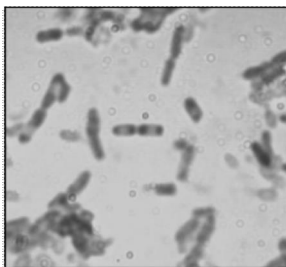
No mês de janeiro, sete amostras apresentaram contagens de *B. cereus*, sendo maior para a amostra 8, seguida da 9 e menor para as demais amostras (2, 3, 4, 6 e 7). Nos meses de março e maio, a incidência de *B. cereus* foi observada em apenas quatro amostras, com maiores contagens nas amostras 8 e 9, respectivamente, e sem diferença significativa ($P>0,05$) entre as demais amostras nesses meses (Tabela 2).

Tabela 2. *Bacillus cereus* nas amostras de arroz.

Amostra	Janeiro/2014	Março/2014	Maio/2014
	UFC.g ⁻¹		
1	ND	ND	ND
2	6,7.10 ¹ ± 57,74 ^C	ND	ND
3	6,7.10 ¹ ± 57,74 ^{Ca}	6,7.10 ¹ ± 57,74 ^{Ba}	6,7.10 ¹ ± 57,74 ^{Ba}
4	6,7.10 ¹ ± 57,74 ^{Ca}	6,7.10 ¹ ± 57,74 ^{Ba}	1,0.10 ² ± 100,00 ^{Ba}
5	ND	ND	ND
6	3,3.10 ¹ ± 57,74 ^C	ND	ND
7	3,3.10 ¹ ± 57,74 ^C	ND	ND
8	5,2.10 ³ ± 420,36 ^{Aa}	5,6.10 ² ± 183,30 ^{Ab}	2,0.10 ² ± 100,00 ^{Bb}
9	8,6.10 ² ± 83,87 ^{Ba}	1,6.10 ² ± 115,47 ^{Bc}	4,3.10 ² ± 57,74 ^{Ab}
10	ND	ND	ND

Valores numéricos expressos como média ± desvio padrão seguidos por letras que indicam diferença estatística significativa em nível de 5% pelo teste de Tukey; letras maiúsculas correspondem às diferenças estatísticas entre as médias das colunas e minúsculas das linhas. ND: não detectado (limite de detecção = 100 UFC.g⁻¹).

Vale ressaltar que os resultados foram considerados positivos apenas após os esfregaços serem submetidos ao teste confirmatório de Holbrook e Anderson (Silva *et al.*, 2010), no qual os *B. cereus* apresentam glóbulos de lipídeos corados de azul escuro dentro do citoplasma das células, esporos centrais e subterminais corados de verde pálido e células vegetativas coradas de vermelho (Figura 1).

**Figura 1.** *B. cereus* na amostra 8 coletada no mês de janeiro de 2014.

A determinação de *B. cereus* no arroz é importante, pois esse cereal é um dos alimentos mais propícios ao seu desenvolvimento, devido ao elevado teor de amido em sua composição. Embora a cocção do alimento inviabilize o crescimento do microrganismo, não inativa os esporos que podem se desenvolver e produzir toxinas, acarretando em intoxicações alimentares. A contaminação por *B. cereus* é preocupante em valores acima de 10⁵ UFC.g⁻¹ no alimento (SILVA *et al.*, 2010). Sob esta perspectiva, todas as amostras analisadas apresentaram-se dentro dos limites aceitáveis de *B. cereus* para consumo humano (Tabela 2).

A Resolução da Diretoria Colegiada-RDC n°12 de 2001 (BRASIL, 2001) não prevê limites máximos para este microrganismo na classe 10 e subgrupo j; porém, outros produtos similares, como amidos e farinhas (classe 10 e subgrupo a) têm um limite máximo de 3.10³ UFC.g⁻¹, enquanto que farelos e fibras de cereais (classe 10 e subgrupo i) têm limite máximo de 5.10³ UFC.g⁻¹. Se considerados os valores estabelecidos para estes grupos, a média das contagens de *B. cereus* da amostra 8 no mês de janeiro (5,2.10³ UFC.g⁻¹) superaria os limites (Tabela 2).

Considerando que nem todas DTA ϕ s são relatadas aos órgãos competentes (SCHLUNDT, 2002) e que o arroz não é analisado para este microrganismo em relatos de surtos alimentares, acredita-se que as incidências de DTA ϕ s decorrentes da intoxicação por

B. cereus sejam superiores às estimadas.]

CONCLUSÃO

[Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que todas as amostras de arroz avaliadas são seguras ao consumo quanto à incidência por *B. cereus*. Porém, devido à relação deste microrganismo com diversos casos de intoxicação alimentar, é necessário um monitoramento mais amplo e contínuo, visando à manutenção da saúde pública.]

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução-RDC n. 12, de 2 de janeiro de 2001. **Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 de janeiro de 2001. Seção 1, p. 45-53.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 62, de 26 de agosto de 2003. **Oficializa os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 de setembro de 2003, Seção 1, p. 14-51.
- COTO, R. *et al.* Calidad bacteriológica y detección de *Bacillus cereus* toxigénicos en arroz blanco cocido expendido en el área metropolitana de la provincia de San José, Costa Rica. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 62, n. 3, p. 283-289, set. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222012000300011&lng=es&nrm=iso>. Acesso em junho de 2014.
- ELIAS, M. C. **Pós-colheita de arroz: secagem, armazenamento e qualidade**. Pelotas, RS: Editora e Gráfica Universitária, 2007.
- FRITZ, L. L. *et al.* Frequência de *Bacillus* spp. em solos de diferentes sistemas de cultivo de arroz irrigado em Cachoeirinha, RS. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 69, n. 2, p. 405-412, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052010000200020&lng=en&nrm=iso>. Acesso em junho de 2014.
- MARTINO, T. K. *et al.* *Bacillus cereus* y su implicación en la inocuidad de los alimentos. Parte II. **Revista Cubana de Salud Pública**, La Habana, v. 36, n. 1, p. 139-148, mar. 2010. Disponível em: <http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662010000100014&lng=en&nrm=iso>. Acesso em maio de 2015.
- SCAVINO, A. F. *et al.* Bacterial community analysis of the water surface layer from a rice-planted and an unplanted flooded field. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, SP, v. 41, n. 2, p. 411-419, jun. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-83822010000200023&lng=en&nrm=iso>. Acesso em maio de 2014.
- SCHLUNDT, J. New directions in foodborne disease prevention. **International Journal of Food Microbiology**, v. 78, n. 1-2, p. 3-17, 2002. Disponível em: <http://www2.esb.ucp.pt/twt/seg_alim/artigosCientificos/LeonGorris/Schlundt_2002.pdf>. Acesso em maio de 2014.
- SILVA, N. *et al.* **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água**. São Paulo, SP: Editora Varela, 2010.
- STATSOFT. **Statistica**: data analysis software system. Versão 8.0. Tulsa: StatSoft Inc, 2007.
- WELKER, C. A. D. Análise microbiológica dos alimentos envolvidos em surtos de doenças transmitidas por alimentos (DTA) ocorridos no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, RS, v. 8, n. 1, p. 44-48, jan./mar. 2010. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1322/911>>. Acesso em maio de 2015.]

INFLUÊNCIA DE REGULADOR VEGETAL NA QUALIDADE INDUSTRIAL E PRODUTIVIDADE DO ARROZ DE TERRAS ALTAS

Cleiton José Alves¹; Orivaldo Arf²; Nayara Fernanda Siviero Garcia¹; Mayara Rodrigues³; Arthur Dias Galassi³; Fernando Shintate Galindo¹, Luis Massao Sasaki³

Palavras-chave: Thidiazuron, IAC 202, rendimento de benefício, rendimento de grãos inteiros e grãos quebrados.

INTRODUÇÃO

O arroz é alimento básico para mais de 2,4 bilhões de pessoas no mundo (EMBRAPA, 2005). Apresenta 24% de energia e 15% de proteína, caracterizando-o como ideal para uma alimentação balanceada.

No Brasil, destaca-se o consumo de arroz tipo longo-fino, com grande exigência por parte dos consumidores em relação à qualidade do produto. A legislação brasileira prevê uma renda-base de 68% para o rendimento de benefício, constituída de 40% de grãos inteiros e 28% de grãos quebrados e quirera, sendo que valores abaixo desses estão fora das exigências a nível nacional para a comercialização do produto (FORNASIERI FILHO & FORNASIERI, 2006 e VIEIRA & CARVALHO, 1999).

A qualidade industrial do arroz é reflexo de todas as ações realizadas durante a condução da cultura, colheita e pós colheita. MARCHEZAN et al. (1993) afirmam que um dos principais fatores que promovem alto percentual de grãos inteiros no beneficiamento, é o momento adequado da colheita, embora o manejo da lavoura, a secagem dos grãos e o equipamento utilizado no beneficiamento também sua importância.

O ponto ideal de colheita da cultura do arroz situa-se 30 a 35 dias após o florescimento, de modo que os grãos de 2/3 superiores das panículas apresentam-se duros e os do terço inferior semi-duros. Desta maneira, evita-se que os grãos passem por uma alternância no teor de umidade no campo, que é a causa principal dos grãos quebrados no beneficiamento (PEDROSO, 1978).

Não obstante, o manejo nutricional e hídrico também influencia a qualidade industrial do arroz, de modo que estes proporcionam suprimento e translocação de carboidratos para os grãos, que, bem formados, possuem maior resistência a choques e vibrações proporcionadas pela colheita e pelo beneficiamento, obtendo-se, assim, maior rendimento de grãos inteiros (ARF et al. 2002, CRUSCIOL et al. 2006).

Na cultura do arroz de terras altas, pesquisas englobando os efeitos de reguladores vegetais são desenvolvidas, principalmente com o objetivo de reduzir altura de plantas, no entanto, poucas são as informações sobre as consequências para a qualidade industrial do arroz.

Desta maneira, objetivou-se com este trabalho verificar o efeito do regulador vegetal thidiazuron na qualidade industrial e produtividade do cultivar de arroz de terras altas IAC 202.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2014/15, em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS, situada aproximadamente a 51°22' de longitude Oeste de Greenwich e 20°22' de latitude Sul, com altitude de 335 metros.

¹ Eng. Agr. Mestrando, FE-Unesp, Campus de Ilha Solteira, Rua Monção, nº 226 - Bairro: Zona Norte - Ilha Solteira, SP, cleiton_agr.feis@gmail.com.

² Professor Titular, FE-Unesp, Campus de Ilha Solteira.

³ Graduando em Eng. Agrônômica, FE-Unesp, Campus de Ilha Solteira.

O solo da área experimental é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso (SANTOS et al., 2013), originalmente ocupado por vegetação de Cerrado. A precipitação média anual é de 1.370 mm, a temperatura média anual é de 23,5°C e a umidade relativa do ar entre 70 e 80% (média anual).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, disposto em esquema fatorial 4 x 3, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por uma testemunha e três doses de thidiazuron, aplicadas em três estádios distintos de desenvolvimento das plantas: perfilhamento, diferenciação do primórdio da panícula e na fase de emborrachamento. As doses utilizadas foram: testemunha sem aplicação, 0,3; 0,6 e 0,9 g ha⁻¹ do produto comercial. A cultivar escolhida foi o IAC 202.

O thidiazuron (N-fenil-N'-1,2,3-tiadiazol-5-ilurea), uma feniluréia do mesmo grupo do forclorfenuron, é um regulador vegetal que apresenta ação semelhante à citocinina (HENNY e FOOSHEE, 1991).

As parcelas foram constituídas por cinco linhas de 5,0 m de comprimento espaçadas de 0,35 m entre si. A área útil foi constituída por duas linhas centrais de cada parcela.

As aplicações do regulador foram realizadas aos 19 DAE por ocasião do perfilhamento, aos 51 DAE por ocasião da diferenciação do primórdio da panícula e 78 DAE por ocasião do emborrachamento do cultivar IAC 202.

O regulador vegetal foi aplicado na forma de jato dirigido, com pulverizador manual tipo costal, utilizando bico cônico tipo TX-VS2, com volume de calda aproximado de 200 L ha⁻¹.

A colheita do arroz foi efetuada manualmente e individualmente por unidade experimental quando os grãos de 2/3 superiores das panículas apresentaram-se duros e os do terço inferior semi-duros, aos 108 DAE. Após a colheita foi realizada a trilha e secagem à sombra.

A produtividade foi determinada por meio da pesagem dos grãos em casca, provenientes da área útil das parcelas colhidas, corrigindo-se a umidade para 13% e convertendo em kg ha⁻¹.

Para avaliação do rendimento de engenho foi coletado uma amostra de 100 g de grãos de arroz em casca de cada parcela, a qual foi processada em engenho de prova, por 1 minuto; em seguida, os grãos brunidos (polidos) foram pesados e o valor encontrado foi considerado como rendimento de benefício, sendo os resultados expressos em porcentagem. Posteriormente, os grãos brunidos (polidos) foram colocados no "Trieur" nº. 0 e a separação dos grãos processada por 30 segundos; os grãos que permaneceram no "Trieur" foram pesados, obtendo-se o rendimento de inteiros e os demais, grãos quebrados, ambos expressos em porcentagem.

Os dados das avaliações foram submetidos à análise de variância (teste F), com o objetivo de verificar se houve diferença significativa entre os tratamentos e interação entre os fatores, quando ocorrido diferença no teste F ($p < 0,01$ e $p < 0,05$), foi realizado a comparação de médias com teste de Tukey ($p < 0,05$) para épocas de aplicação, e regressão polinomial para as doses de thidiazuron.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados referentes à produtividade de grãos e rendimento de engenho do cultivar IAC 202 submetido à aplicação de thidiazuron. Verifica-se que não houve diferença significativa para nenhum das características avaliadas em função das épocas de aplicação.

Para o aspecto produtividade de grãos, a maior dose proporcionou ganhos de 6,5% em relação à testemunha, este ganho observado possivelmente se deu pelo enchimento de grãos durante o ciclo da cultura promovido pelo thidiazuron, sendo assim, quanto maior for o enchimento de grãos maior será a massa obtida no momento da colheita.

Ao contrário do thidiazuron outros reguladores não promovem aumentos significativos na produtividade da cultura do arroz de terras altas, como por exemplo ácido giberélico, (GROHS et al., 2012), glyphosate (GITTI et al., 2011), cloreto de cloromequat (BUZETTI et al.,

2006), paclobutrazol e cloreto de mepiquat (ALVAREZ, 2012). Logo, os resultados obtidos no presente trabalho mostram as vantagens do thidiazuron em relação aos demais reguladores vegetais.

Para os aspectos rendimento de benefício e rendimento de grãos inteiros, houve ajuste de crescimento linear dos valores em função das doses aplicadas.

O rendimento de engenho é obtido pela diferença entre massa de grãos com casca e a massa das cascas, tegumento e gérmen retirados durante o beneficiamento no engenho de prova, logo o aumento de 2,7% que a maior dose proporcionou em relação à testemunha, pode ser devido a função citocinínica do regulador, de modo que houve maior carreamento de fotoassimilados para os grãos, aumentando sua massa e consecutivamente o rendimento de benefício.

O mesmo comportamento ocorreu com o rendimento de grãos inteiros, onde 3,7% de aumento total se deu pela melhor estruturação do grão durante a fase enchimento, aliado ao ponto de colheita ideal. Arf et al (2002) verificaram aumento significativo do rendimento de grãos inteiros em função do fornecimento de água por irrigação, os autores afirmam que grãos bem formados apresentam maior resistência aos choques e vibrações proporcionadas pela colheita e pelo beneficiamento, assim, obtêm-se um maior rendimento de inteiros, fato observado no presente trabalho.

Tabela 1 - Produtividade de grãos (PG) rendimento de benefício (RB), rendimento de grão inteiros (RI), grãos quebrados (GQ) do cultivar IAC 202 em função de doses e épocas de aplicação de thidiazuron, Selvíria, MS, 2014/2015.

Tratamentos	PG (kg ha ⁻¹)	RB (%)	RI (%)	GQ (%)
Épocas (E)				
Perfilhamento	5.612 a	74 a	68 a	5,8 a
Diferenciação floral	5.640 a	73 a	67 a	5,9 a
Emborrachamento	5.786 a	73 a	66 a	5,3 a
Doses (D)				
0	5.431 ⁽¹⁾	72 ⁽²⁾	66 ⁽³⁾	6,0
0,3	5.525	72	66	6,1
0,6	5.976	74	69	5,0
0,9	5.786	74	69	5,5
Teste F				
Épocas	0,68 ^{ns}	2,57 ^{ns}	1,41 ^{ns}	1,28 ^{ns}
Doses	3,65*	8,62**	12,05**	2,78 ^{ns}
E x D	3,07 ^{ns}	0,93 ^{ns}	1,82 ^{ns}	1,81 ^{ns}
D.M.S (5%)	390,62	1,13	1,39	0,97
CV (%)	7,92	1,78	2,38	19,75

⁽¹⁾ $y = 0,5053x + 5,4521$ ($R^2 = 62\%$) ⁽²⁾ $y = 2,55x + 72$ ($R^2 = 80\%$) ⁽³⁾ $y = 3,4667x + 65,92$ ($R^2 = 69\%$) Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, ^{ns} – não significativo, * e ** significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente

CONCLUSÃO

As doses crescentes de thidiazuron proporcionaram aumento significativo da produtividade de grãos e qualidade industrial do cultivar IAC 202, não havendo influência das épocas de aplicação.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa durante a condução do experimento

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, R.C.F.; CRUSCIOL, C.A.C.; NASCENTE, A.S.; RODRIGUES, J.D; HABERMANN, G. Gas exchange rates, plant height, yield components, and productivity of upland rice as affected by plant regulators. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v.47, n.10, p.1455-1461, out. 2012.
- ARF, O. et. al. Preparo do solo, irrigação por aspersão e rendimento de engenho do arroz de terras altas. *Scientia agrícola*, v.59, n.2, p.321-326, abr./jun. 2002.
- BUZETTI, S.; BAZANINI, G.C.; FREITAS, J.G.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M.E.; MEIRA, F.A. Resposta de cultivares de arroz a doses de nitrogênio e do regulador de crescimento cloreto de clomequat. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, p.1731-1737, 2006.
- CRUSCIOL, C. A. C. et al. Yield of upland rice cultivars in rainfed and sprinkler-irrigated systems in the Cerrado region of Brazil. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, Collingwood, v. 46, n. 11, p. 1515-1520, 2006.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Cultivo de Arroz Irrigado no Brasil. 2005. Disponível em <
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoBrasil/cap01.htm>>. Acesso em: 02 de junho de 2015.
- FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J. L. Manual da cultura do arroz. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 589p.
- GITTI, D.C.; ARF, O.; PERON, I.B.G.; PORTUGAL, J.R.; CORSINI, D.C.D.C.; RODRIGUES, R.A.F. Glyphosate como regulador de crescimento em arroz de terras altas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Goiânia, v. 41, n. 4, p. 500-507, out./dez. 2011.
- GROHS, M.; MARCHESAN, E.; ROSO, R.; FORMENTINI, T.C.; OLIVEIRA, M.L. Desempenho de cultivares de arroz com uso de reguladores de crescimento, em diferentes sistemas de cultivo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v.47, n.6, p.776-783, jun. 2012.
- HENNY, R.J.; FOOSHEE, W.C. Treatment of syngonium 'Maya Red' with thidiazuron in attempt to induce basal branching. CFREC-Apopka research report. University of Florida, IFAS, Central Florida Research and Education Center-Apopka, 2p. 1991.
- MARCHEZAN, E. et al. Relações entre época de semeadura, de colheita e rendimento de grãos inteiros de cultivares de arroz irrigado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.28, n.7, p.843-848, 1993.
- PEDROSO, B. A. Ponto ideal para colheita do arroz. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v.31, n.304, p.4-10, 1978.
- SANTOS, H. G. et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.
- VIEIRA, N. R. A.; CARVALHO, J. L. V. Qualidade tecnológica. In: VIEIRA, N. R. A.; SANTOS, A. B.; SANT'ANA, E. P. (Ed.). A cultura do arroz no Brasil. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p.582-604.

INFLUÊNCIA DO BENEFICIAMENTO NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE GRÃOS DE ARROZ

Caroline Dittgen¹; Jarine Amara²; Caroline Rockembach³; Eleessandra Zavareze⁴; Moacir Elias⁵

Palavras-chave: arroz processado, peso volumétrico, porosidade.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, caracterizando-se como principal alimento para mais da metade da população mundial (MINGOTTE et al., 2012). O Brasil está entre os dez maiores produtores mundiais, não asiáticos, de arroz e o maior da América do sul, sendo que, na região Sul do país concentra-se mais de 70 % da produção nacional (IBGE, 2012). O grão é excelente fonte de energia devido a sua constituição rica em amido além de fornecer proteínas, baixo teor de lipídeos, minerais e vitaminas (LIMBERGER et al., 2008).

O processo de beneficiamento do arroz compreende as seguintes etapas: limpeza; descascamento; separação pela câmara de palha; separação de marinho; brunição; homogeneização e classificação (DE SOUZA et al., 2014). O conhecimento das propriedades físicas e mecânicas dos grãos nas diferentes etapas de beneficiamento é importante para uma correta conservação, projeto, dimensionamento, construção e operação dos diversos equipamentos utilizados nas principais operações de pós-colheita, ocasionando redução de perdas e gastos excessivos durante o processo (BAYER et al., 2014; PARAGINSKI et al., 2014).

Informações referentes à porosidade e à massa específica, dentre outras características físicas dos grãos são relevantes para estudos envolvendo transferência de calor e movimentação de ar em massas granulares. Associados com o teor de umidade, o volume, a massa específica e a porosidade são parâmetros básicos para o estudo das condições de secagem e armazenagem de produtos agrícolas e possibilitam a predição de perdas de qualidade até o momento de sua comercialização (SILVA et al., 2003).

Os processos envolvidos no beneficiamento influenciam as propriedades físicas do grão, desta forma mostra-se necessário monitorar o processamento devido a escassez de dados na literatura específica. Com base no descrito, objetivou-se um estudo preliminar nas etapas do processamento de arroz, avaliando a influência do beneficiamento nos grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos, no Campus Capão do Leão da Universidade Federal de Pelotas-UFPel. As amostras de arroz do tipo longo fino foram doadas por uma empresa situada na cidade de Pelotas, RS. Os grãos de arroz foram obtidos de cinco etapas diferentes do beneficiamento da indústria. Os graus de beneficiamento analisados foram arroz em casca, arroz esbramado, arroz brunido, arroz polido e arroz sem defeitos. Nestas amostras foram determinados o peso volumétrico, peso de mil grãos, umidade e porosidade.

¹ Graduada em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, caroldittgen@hotmail.com.

² Nutricionista, Ms. Doutoranda PPGCTA, Universidade Federal de Pelotas.

³ Química, Ms. Doutoranda PPGCTA, Universidade Federal de Pelotas.

⁴ Professora Dra, DCTA, Universidade Federal de Pelotas

⁵ Professor Dr, DCTA, Universidade Federal de Pelotas

O peso volumétrico foi determinado em balança de peso hectolitro Dalle Molle com capacidade de 1¼ de litro sendo necessária a transformação para quilogramas $100L^{-1}$ e balança eletrônica digital com precisão de 0,01g. O peso de mil grãos foi determinado através da contagem de 250 grãos em quadruplicata e pesagem. Ambas as análises foram realizadas de acordo com a metodologia descrita pelas Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 2009). O conteúdo de umidade das amostras de arroz foi determinado através do uso de estufa a $105\pm3\text{ }^{\circ}C$, com circulação de ar por 24 horas, seguindo as recomendações da American Society of Agricultural Engineers (ASAE, 2000) realizada em triplicatas e os valores expressos em porcentagem (%), como valor médio das determinações. Para a avaliação da porosidade intergranular, a qual mede-se o volume percentual ocupado pelo ar no montante de grãos, utilizou-se óleo de soja (marca Liza). O volume de óleo utilizado foi igual à porosidade entre os grãos, de acordo com método proposto por Santos et al. (2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa específica, a umidade, o peso de mil grãos e a porosidade dos grãos de arroz nas diferentes etapas de beneficiamento, estão apresentados na Tabela 1. Em função do processamento pode-se observar mudanças nas propriedades físicas dos grãos de arroz. A porosidade dos grãos de arroz reduziu com os processos do beneficiamento (remoção da casca e polimento), demonstrando que o arroz em casca possui maior espaço de aeração quando comparado às outras amostras de arroz, uma vez que a porosidade é uma relação entre o volume ocupado pelos grãos e o volume ocupado pelo ar (DELLA, KUHN, HOTZA, 2001). Segundo Corrêa e Silva (2008), o decréscimo da porosidade pode aumentar a densidade do grão, devido ao maior empacotamento entre os grãos, além disso, pode aumentar a condutividade térmica dos grãos por condução. Com isso, a massa de grãos processados deve ser avaliada para armazenamento destes grãos sem casca. Esta prática pode ser considerada quando existe um excedente de material processado, em função de paradas para manutenção, defeito dos equipamentos, ou mesmo trocas de produtos/marcas.

Corroborando com a literatura foi observado que ao longo do beneficiamento ocorreu um acréscimo no peso volumétrico dos grãos de arroz (Tabela 1) tendendo este aumento de ser aproximadamente 40 %, possivelmente pela característica física diferenciada do grão em casca, e por esta possuir menor massa específica. O aumento do peso volumétrico se dá pela redução da massa específica através do processamento. Outra característica que influencia o peso volumétrico é o grau de umidade dos grãos. Os grãos com baixa umidade apresentam espaço interno elevado, ocupado pelo ar, desta forma, os grãos com casca apresentaram menor peso volumétrico do que os descascados (SOUZA et al., 2013).

Tabela 1: Valores médios da porosidade, do peso volumétrico, do peso de mil grãos e da umidade de grãos de arroz em diferentes níveis de beneficiamento

Nível de beneficiamento	Porosidade (%)	Peso volumétrico (Kg.100L ⁻¹)	Peso de mil grãos (g)	Umidade (%)
Arroz em casca	49,0±0,57 ^a	575,52±0,85 ^d	26,64±0,30 ^a	12,00±0,02 ^c
Arroz integral	44,0±1,00 ^b	784,40±0,13 ^b	21,60±0,02 ^b	12,74±0,08 ^b
Arroz brunido	43,0±1,00 ^{bc}	776,40±0,78 ^c	20,60±0,02 ^b	13,40±0,30 ^a
Arroz polido	40,5±2,12 ^{cd}	805,12±0,45 ^a	21,28±0,18 ^b	13,46±0,01 ^a
Arroz “sem defeitos”	39,5±0,7 ^d	804,84±0,84 ^a	19,56±0,04 ^c	13,31±0,01 ^a

O arroz em casca apresentou maior valor de peso de mil grãos quando comparado às outras amostras de arroz (Tabela 1), possivelmente devido à utilização de grãos inteiros, uma vez que nos outros níveis de beneficiamento houve a redução do peso com a retirada da casca e farelo.

O teor de umidade dos grãos de arroz aumentou com os níveis de processamento, sendo que não houve diferença significativa entre o arroz brunido, polido e sem defeitos. A higroscopicidade depende das pressões de vapor, diferenças de pressão de vapor entre os grãos e o ar determinam o umedecimento ou a secagem do grão. Com a remoção da casca eles ficam expostos ao equilíbrio higroscópico do ambiente, a cidade de Pelotas historicamente é bem úmida podendo influenciar na absorção de água dos grãos (EMBRAPA, 2015). Além disso, a umidade dos grãos está entre os padrões estipulados para a comercialização (MAPA, 2009). Entretanto no caso de armazenamento de grãos descascados isso deve ser levado em consideração, pois a umidade final pode se tornar muito elevada e favorecer o desenvolvimento de micro-organismos, bem como influenciar o crescimento de insetos (HOELTZ et al., 2009).

CONCLUSÃO

O beneficiamento influencia nas propriedades físicas de grãos de arroz, desta forma a necessidade de conhecimentos sobre conservação de grãos fica evidenciada.

O peso volumétrico e a umidade dos grãos de arroz aumentaram com o beneficiamento. O peso de mil grãos e a porosidade diminuíram com os processos.

De forma geral, o processamento de grãos de arroz altera as principais propriedades físicas destes, fazendo com que se tenha a necessidade de conhecê-las para prever necessidades quanto a paradas na indústria e a estocagem destes grãos processados até o completo processamento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Indústria a qual doou as amostras pela confiança e oportunidade de estudos, assim como ao apoio financeiro da Capes, da Fapergs e do CNPq.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASAE Standards. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI, 2000.
- BAYER, T. et al. Aerial application of fungicide with different equipment and application volume on grain quality, productivity and disease control of irrigated rice. **Ciência Rural**, v. 44, n. 8, p. 1377-1383, 2014.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Norma de classificação, embalagem e marcação de arroz. Instrução Diário Oficial da união, Seção1, p.3, 2009.
- CORRÊA, P. C.; SILVA, J. S. Estrutura, Composição e Propriedades dos Grãos. **SILVA, JS Secagem e Armazenagem de Produtos Agrícolas. 2ª. ed. Viçosa:[sn]**, v. 2, 2008.
- DE SOUZA, A.R.L. et al. Competitividade da cadeia produtiva de arroz beneficiado do rio grande do sul: um estudo utilizando a matriz de análise de políticas (map) competitiveness of the milled rice supply chain in rio grande do sul: a study employing the policy analysis matrix (pam). In: Embrapa Clima Temperado-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO DA SOBER-SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 52, 2014, Goiânia, GA. **Anais...** Goiânia: SOBER, 2014.
- DELLA, V.P; KUHN, I; HOTZA, D. Caracterização de cinza de casca de arroz para uso como matéria-prima na fabricação de refratários de sílica. **Química Nova**, v. 24, n. 6, p. 778-782, 2001.
- HOELTZ, M. et al. Micobiota e micotoxinas em amostras de arroz coletadas durante o sistema estacionário de secagem e armazenamento. **Ciência Rural**, v. 39, n.3, p. 803-808, 2009.
- IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia>>. Acesso em: 20 jun. 2015.

LIMBERGER, Valéria Maria et al. Modificação química e física do amido de quirera de arroz para aproveitamento na indústria de alimentos. **Química Nova**, v. 31, n. 1, p. 84, 2008. líquidos. **Enciclopédia biosfera Centro Científico Conhecer**, Goiânia-GO, v.8, n. 15, MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução normativa nº 6, de 16 de fevereiro de 2009**. Disponível em:< http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/ArrozInstrucaoNormativa06_09.pdf>. Acesso em:19 jun. 2015.

Massa específica e porosidade de grãos pelo método de complementação de MINGOTTE, Checchio et al. Características físico-químicas do grão de cultivares de arroz em função da adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, p. 2605-2618, 2012. p. 1178, 2012.

PARAGINSKI, R.T. et al. Technological properties and cooking of rice grains conditioned at different temperatures before parboiling. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 2, p. 146-153, 2014.

SANTOS, C. C. dos; CANEPPELE, C.; BONFIM-SILVA, E. M.; CORDOVA, N. R. M..

SOUZA, F.F. J. et al. Physical, thermal and aerodynamic properties of rice grain varieties BR IRGA 409 and BRS Primavera. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 19, n. 1, 2013.

INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO DE SEMENTES DE ARROZ HÍBRIDO SOB ESTRESSE DE BAIXA TEMPERATURA

Andréia da Silva Almeida¹, Adilson Jauer², Vanessa Soares¹, Thais Ongaratto de Camargo¹, Geri Eduardo Meneghello¹

Palavras-chave: *Oryza sativa*, Tiametoxam + Lambda cyhalotrin, Fipronil, germinação

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é o principal alimento para uma significativa parte da população mundial, constituindo-se, juntamente com o trigo e o milho, nos alimentos mais produzidos. No Brasil, foram cultivados na safra 2013/2014 aproximadamente 2,5 milhões de hectares de arroz, sendo os estados do Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC) os maiores produtores, responsáveis por, respectivamente, 66 e 8% da produção nacional (CONAB, 2014). Os produtos químicos utilizados na agricultura, dentre eles inseticidas e fungicidas, normalmente são avaliados quanto à eficiência no controle de pragas e doenças, entretanto, alguns deles podem provocar efeitos capazes de modificar o metabolismo e a morfologia vegetal (CASTRO et al., 2008). A recomendação do tratamento de sementes é realizada geralmente na base 100kg de sementes, no entanto quando utilizadas sementes híbridas de arroz utiliza-se a metade (45-50Kg) com isso surge a dúvida por parte dos agricultores se nessa situação é necessário usar doses diferenciadas. O inseticida tiametoxam utilizado no tratamento de sementes, quando absorvido é transportado dentro da planta através de suas células, ativando várias reações fisiológicas como a expressão de proteínas. Estas proteínas interagem com vários mecanismos de defesa de estresses da planta, permitindo que ela enfrente melhor as condições adversas, tais como secas, baixo pH, alta salinidade de solo, radicais livres, estresses por temperatura altas, efeitos tóxicos de níveis elevados de alumínio, ferimentos causados por pragas, ventos, granizo, ataque de viroses e deficiência de nutrientes (ALMEIDA et al., 2009). Além disso, possui também efeito fitotônico, isto é, desenvolvimento mais rápido do vegetal expressando melhor seu vigor, antecipando a época de semeadura. O tiametoxam /Lambda cyhalotrin tem sido muito utilizado no controle de pragas na cultura da soja (FARIAS et al., 2006), do milho (AVILA & DUARTE, 2012) e trigo (MACHADO & SANTOS, 2013), com poucas informações sobre seu efeito no tratamento de semente. Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência do tratamento de sementes de arroz com tiametoxam/lambda cyhalotrin e fipronil, quando as sementes de arroz são submetidas à baixa temperatura.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes (LDAS) da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas-RS. Utilizaram-se sementes de arroz híbrido, cultivar Inov CI, submetidas a sete tratamentos (Tabela 1), as mesmas foram tratadas com produto comercial contendo 210 gramas de ingrediente ativo tiametoxam e 37,5 gramas de ingrediente ativo lambda cyhalothrin por litro de produto. e diferentes temperaturas para a realização do teste de germinação (25, 20, 16, 13 e 10 °C). O recobrimento das sementes foi realizado seguindo a metodologia utilizada por NUNES (2005), que consiste num método manual em sacos plásticos (3L), onde com o auxílio de uma pipeta graduada, as doses foram aplicadas

¹ Bióloga, Dra. (Bolsista PNPD-CAPES no PPG em Ciência e Tecnologia de Sementes- UFPEL) email: andreiasalmeida@yahoo.com.br

² Eng. Agr., Dr. Syngenta Crop Protection

³ Eng. Agr. Dra. (Bolsista PDJ-CAPES no PPG em Ciência e Tecnologia de Sementes- UFPEL)

⁴ Graduanda em Agronomia- UFPEL (Bolsista de iniciação científica)

⁵ Eng. Agr., Dr no PPG em Ciência e Tecnologia de Sementes- UFPEL. Bolsista Produtividade Pesquisa CNPq

diretamente no fundo dos sacos plásticos e espalhadas até uma altura de 15 cm. O volume de calda utilizado foi de 0,6 L.100 kg de sementes, a qual foi completada com água destilada, sendo suficiente para promover distribuição uniforme do produto sobre as sementes. Posteriormente, as sementes foram postas no fundo do saco plástico e agitadas por aproximadamente três minutos até estarem uniformemente tratadas. Após o tratamento, as sementes foram secas em temperatura ambiente por um período de 24 horas. Foi avaliadas em relação à tolerância a baixa temperatura em resposta aos tratamentos, por meio do teste de germinação sendo utilizadas três repetições com oito sub-amostras de 50 sementes (400 sementes por repetição) As sementes foram colocadas para germinar em rolos de papel germitest, os quais foram previamente umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco, seguindo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). A contagem de plântulas normais foi realizada aos cinco dias após a semeadura para a temperatura de 25, 20 e 16°C , aos 10 dias para a temperatura de 13 e 10° C, para sementes tratadas com thiametoxan + lambdacyhalotrin, a testemunha e os tratamentos com fipronil aos 21 dias, sendo os resultado expressos em porcentagem de plântulas normais.

Utilizou-se delineamentos experimentais inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados foram submetidos análise de variância e havendo significância dos dados foi realizado regressão polinomial. Para a análise estatística foi utilizado o Sistema de Análise Estatística Winstat versão 1.0 (MACHADO & CONCEIÇÃO, 2003).

Tabela 1. . Produtos e doses utilizadas no tratamento de sementes de arroz híbrido, cultivar Inov Cl.

Tratamentos	Ingrediente Ativo	Doses
1	Testemunha	-
2	Tiametoxam + Lambdacyhalotrin	400 mL por 100 kg de sementes
3	Tiametoxam + Lambdacyhalotrin	500 mL por 100 kg de sementes
4	Fipronil	120 mL por 100 kg de sementes
5	Tiametoxam + Lambdacyhalotrin	400 mL pela quantidade utilizada em1ha
6	Tiametoxam + Lambdacyhalotrin	500 mL pela quantidade utilizada em1ha
7	Fipronil	120 mL pela quantidade utilizada em1ha

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar que as sementes de arroz híbrido, cultivar Inov cl tratadas com tiametoxam/Lambdacyhalotrin, apresentarem maior porcentagem de germinação em todas as temperaturas testadas, quando comparadas com os valores obtidos na testemunha (sem aplicação de tratamento químico), variando apenas a intensidade dessa diferença devido ao tratamento utilizado e da temperatura (Tabela 2). As sementes apresentaram acréscimos significativos na germinação quando são tratadas com tiametoxam/Lambdacyhalotrin, independentes da temperatura em que o teste foi realizado, podendo ainda observar que esses acréscimos são mais evidenciados nas menores temperaturas (10, 13 e 16°C), mas quando as sementes são tratadas independente do tratamento utilizado apresentaram germinação superior a testemunha. Na temperatura de 10°C esse acréscimo foi em média 24 pontos percentuais quando comparado a testemunha e nas temperaturas de 13 ,16, 20 e 25°C ocorreu um acréscimo de aproximadamente 28 pontos percentuais Em estudo realizado com diferentes cultivares de arroz expostas ao frio durante a germinação resultou

em alterações fisiológicas ocorridas em decorrência do frio, constatando-se que o estresse ocasionado pelas baixas temperaturas provocou prejuízos à germinação em todas cultivares de arroz avaliadas (MERTZ, et al., 2009). Da mesma forma pode ser observado nesta pesquisa, onde nas sementes de arroz não tratadas, em temperaturas menores a porcentagem de foi menor. Porém, quando as sementes foram tratadas com tiametoxam constata-se que mesmo em temperaturas baixas o efeito negativo do frio é amenizado, proporcionando acréscimos na porcentagem de germinação de plântulas normais.

Tabela 2. Germinação (%) de sementes arroz híbrido, cultivar Inov Cl, em diferentes temperaturas

Tratamentos	Germinação 25°C	Germinação 20°C	Germinação 16°C	Germinação 13°C	Germinação 10°C
Testemunha	66 c	61 c	56 c	46 c	40 b
Thiametoxan + Lambdacyhalotrin (400mL.100kg sementes)	93 a	88 a	82 a	72 a	63 a
Thiametoxan + Lambdacyhalotrin (500mL.100kg sementes)	91 a	89 a	84 a	74 a	64 a
Fipronil (120mL.100kg sementes)	80 b	70 b	64 b	56 b	41 b
Thiametoxan + Lambdacyhalotrin (400mL.ha ⁻¹)	94 a	91 a	82 a	72 a	62 a
Thiametoxan + Lambdacyhalotrin (500mL.ha ⁻¹)	93 a	91 a	84 a	72 a	63 a
Fipronil (120mL.ha ⁻¹)	80 b	70 b	67 b	56 b	38 b
CV (%)	2,1	2,2	2,4	2,6	3,1

O tratamento de sementes de arroz com o produto comercial que contem 210 gramas de ingrediente ativo tiametoxam e 37,5 gramas de ingrediente ativo Lambda cyhalotrin por litro de produto, promove acréscimos na porcentagem de plântulas normais na cultivar estudada, mostrando assim, ser eficiente e podendo trazer benefícios para as sementes quando semeadas em temperaturas mais amenas, ampliando a janela de semeadura.

CONCLUSÃO

Os tratamentos de sementes de arroz com tiametoxam e o lambdacyhalotrin proporcionam acréscimos na porcentagem de germinação. Sementes de arroz, não tratadas e tratadas com fipronil apresentaram menor germinação semelhante em baixas temperaturas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A.S.; TILLMANN, M.A.A.; VILLELA, F.A.; PINHO, M.S. Bioativador no desempenho fisiológico de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.3, p. 87-95, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222009000300010>
 AVILA, C.J.; DUARTE, M.M. Eficiência de inseticidas aplicados nas sementes e em pulverização, no controle do percevejo barriga verde *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera Pentatomidae), na cultura do milho **BioAssay**, Piracicaba, v.7,n.6,p,1-6,2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 395p. 2009.

CASTRO, P. R. C. ; PEREIRA, M.A . **Bioativadores na agricultura. Tiametoxam: uma revolução na agricultura brasileira**. Gazzoni, D.L. (Ed.). 2008, p. 118-126.

CONAB. 2014. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**, décimo primeiro levantamento, agosto 2014 / Companhia Nacional de Abastecimento – Brasília: Conab. Disponível em:

http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_08_07_08_59_54_boletim_graos_agosto_2014.pdf Acesso em: 1 set. 2014.

FARIAS,J.R; JORGE ANTONIO SILVEIRA FRANÇA, JAS; SULZBACH.F.BIGOLIN,M.,FIORIN,R.A.,MAZIERO,H.,GUEDES,J.V.C, Eficiência de tiametoxam+lambda-cialotrina no controle do percevejo verde pequeno, *Piezodorus Guilden*(Westwood,1837) e seletividade para predadores na cultura da soja. **Revista FZVA**, Uruguaiana.V.13,n.2,p.10-19,2006.

MACHADO, C.C.L.,SANTOS,R.S.S. Pulgões do trigo e ação de parasitoides em Augusto Pestano noroeste do estado do Rio Grande do Sul, Brasil **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta. V.8,n.1,p.179-186,2013.

MACHADO, A.A.; CONCEIÇÃO, A.R. WinStat, sistema para análise estatística para Windows. Versão 2.0. Pelotas: UFPel/NIA. 2003.

MERTZ, L.M.; HENNING, F.A.; SOARES, R.C.; BALDIGA, R.F.; PESKE,F.B.; MORAES, D.M .Alterações fisiológicas em sementes de arroz expostas ao frio na fase de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 31, Nota científica, 2009.

NUNES,J.C. **Tratamento de semente-qualidade e fatores que podem afetar a sua performance em laboratório**. Syngenta Proteção de Cultivos Ltda, 2005.16p

MANEJO E DOSES DE N, ÉPOCA DE COLHEITA E ARMAZENAMENTO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ARROZ 'BRS 358' COM GRÃOS PARA A CULINÁRIA JAPONESA

Maysa Mathias Alves Pereira¹, Oscar José Smiderle², Antonio Carlos Centeno Cordeiro², Roberto Dantas de Medeiros²

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., Germinação, Roraima.

INTRODUÇÃO

O arroz convencional é fonte importante de calorias e proteínas na dieta alimentar do brasileiro contribuindo para melhoria da nutrição e qualidade de vida (SANTOS et al., 2006), além de grande importância social e econômica. Entretanto, as linhagens de grãos especiais têm ganhado espaço no mercado e nas pesquisas, devido seu valor agregado à comercialização e utilização em pratos da culinária brasileira. Desta forma, arroz com tipos de grãos especiais, como as de grãos catetos, aromáticos, vermelhos, pretos, arbóreos e japônicos de boa qualidade e adaptados as condições de cultivo no Brasil, constitui-se em oportunidade para o rizicultor (PEREIRA et al., 2009).

No Estado de Roraima o arroz irrigado é um dos produtos de maior importância no setor agrícola, com produção aproximada de 106.000 toneladas de arroz em casca, na safra 2011/2012 (AGRIANUAL, 2013).

Segundo Smiderle e Dias (2011) para que se tenha qualidade física e fisiológica da semente de arroz, devem ser considerados, o estágio de maturação, umidade e danos mecânicos que podem ocorrer durante a colheita, secagem, beneficiamento e mesmo no armazenamento.

Estudos realizados por Smiderle e Pereira (2008) verificaram que colheitas realizadas aos 15 e 22 DAF são impróprias, reduzindo a qualidade fisiológica da semente. Entretanto, não só a época de colheita afeta na maturação das sementes, bem como, a dose e a época de aplicação da adubação nitrogenada, influenciando na qualidade industrial e rendimento de inteiros.

Diante à falta de estudos sobre a influência do manejo, dose de nitrogênio e épocas de colheita na qualidade fisiológica das sementes, objetivou-se determinar a melhor época de colheita que promova maior qualidade fisiológica das sementes de arroz cultivar BRS 358, aos 6 meses de armazenamento, em função dos manejos de aplicação e doses de nitrogênio, em várzea de Roraima.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Santa Cecília, em área de várzea do Rio Branco, município de Cantá (2°48'27"484"N e 60°39'17"564"W), Estado de Roraima de dezembro de 2013 a abril de 2014, em sistema de irrigação por inundação contínua, em solo do tipo Gleissolo Háplico Tb Distrófico, com as seguintes características químicas e físicas: pH =5,1; MO =30,92; P= 12,12 mg dm⁻³; K =0,21 cmolc dm⁻³; Mg = 0,38 cmolc dm⁻³; Ca= 1,25 cmolc dm⁻³; silte = 468,6 g kg⁻¹; areia = 278,5 g kg⁻¹; argila= 252,9 g kg⁻¹.

O delineamento experimental utilizado no campo foi o de blocos casualizados, em esquema de parcela subdividida (4x4x3), com quatro repetições, perfazendo 192 unidades amostrais. O primeiro fator em estudo alocado nas parcelas foram as doses (50 kg ha⁻¹; 100 kg ha⁻¹; 150 kg ha⁻¹; 300 kg ha⁻¹ de N), o segundo fator foram os manejos de aplicação do nitrogênio (subparcelas): M1:50% na base e 50% aos 45 dias após a emergência (DAE);

¹Mestre em Agronomia pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia da (POSAGRO –UFRR/EMBRAPA-RR). Campus do Cauamé, BR 174, Km 17, S/N°. Bairro Monte Cristo. Boa Vista-RR. CEP. 69300-000. e-mail: agro.maysa@gmail.com.

² Pesquisador DSc., Embrapa Roraima, Rod. BR 174, Km 08, Distrito Industrial, C.P. 133, CEP 69301-970, Boa Vista, RR. e-mail: oscar.smiderle@embrapa.br

M2:100% aplicação aos 15 DAE; M3: 25% na base e 75% em cobertura divididos em ½ aos 15 e ½ aos 45 DAE; M4:25% na base; 25% aos 15 DAE; 25% aos 35 DAE e 25% aos 55 DAE.

Mediante a fase de maturação completa da cultura, foram realizadas colheitas de amostras de arroz em casca, por tratamento e por repetição, considerando diferentes épocas de colheita: aos 38 dias após a floração completa DAF (A0), 45 DAF (A1) e 52 DAF (A2), que perfizeram o terceiro fator em estudo, épocas de colheita.

A parcela experimental constou de oito linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas de 0,25 m entre si, com área útil correspondendo às seis linhas centrais, descartando 0,50 m da extremidade. O solo foi preparado quando estava seco, seguido da construção das taipas. A adubação de base na semeadura foi de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Superfosfato Simples, 20% de P₂O₅) e 90 kg ha⁻¹ de K₂O (Cloreto de Potássio, 60% de K₂O).

A cultivar de arroz irrigado BRS 358, possui tipo de grãos curtos e arredondados com baixo teor de amilose, e que, após a cocção mostram-se pegajosos, adequados para a culinária japonesa. Apresenta arquitetura de planta moderna, ciclo em torno de 100 dias e foi registrada no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) pela Embrapa Arroz e Feijão em 2014, para cultivo nos Estados de Goiás, Roraima, Tocantins, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Perante a fase de maturação completa da cultura, com floração média aos 68 dias, realizou-se a primeira colheita aos 107 dias, totalizando 38 dias após a floração (DAF). Com base nesta primeira colheita, foram realizadas mais 2 colheitas aos 45 DAF e 52 DAF. Por conseguinte realizou-se a coleta dos materiais de cada unidade amostral correspondente, respeitando os tratamentos em estudo, prosseguindo com a homogeneização destas amostras, formando uma amostra única para realização das avaliações laboratoriais.

Logo após a homogeneização das amostras, as sementes foram secas a 40°C por 48 a 72 horas, até atingirem umidade em torno de 13%, e então colocadas em condições ambiente de armazém por três dias para a uniformização da umidade no interior das sementes, permanecendo armazenadas em condições ambiente (UR 65±5% e 20±5°C) de armazém na Embrapa Roraima por seis meses, onde posteriormente realizou-se os testes de germinação.

O teste de germinação foi realizado com quatro repetições de 100 sementes cada uma, que foram colocadas em substrato papel de germinação, mantidas em germinador a temperatura constante de 25°C (BRASIL, 2009). Para comparação dos resultados foram realizados testes de homocedasticidade e normalidade pelo software ASSISTAT (SILVA, 2009), em seguida os resultados foram submetidos as análises de variância individual, onde nas variáveis em o efeito foi significativo pelo teste F, realizaram-se análises de regressão polinomial e linear, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diante dos resultados obtidos nas análises de variância, observou-se efeito significativo à 1%, para interação colheita x dose x manejo de aplicação, na germinação de sementes (%) da cv. BRS 358 armazenadas por seis meses em temperatura ambiente. Desta forma, preferiu-se o desdobramento das épocas de colheita para cada manejo de aplicação, em função das doses de nitrogênio (Figura 1). Embora, algumas épocas de colheita não terem apresentado significância dos parâmetros testados, a regressão foi utilizada para elucidar os resultados e facilitar na discussão dos mesmos.

Desta forma, observou-se para as sementes armazenadas por seis meses em temperatura ambiente, que as doses crescentes de nitrogênio promoveram aumento na % de germinação, independente do manejo de aplicação e épocas de colheita. Sendo assim, de modo geral, observou-se que as sementes da cultivar BRS 358 foram influenciadas negativamente pelo tempo de armazenamento, onde a máxima germinação foi constatada no M4, com 49% de sementes germinadas, independente do manejo de aplicação e épocas de colheita.

Entretanto, a baixa germinação para as sementes BRS 358, pode ser explicada por um conjunto de fatores que influenciaram negativamente a germinação, onde a presença de

sementes colhidas imaturas, bem como a alta temperatura e chuvas na época da colheita, promoveu diferenças no teor de água das sementes do mesmo lote. Em seguida às sementes foram submetidas ao armazenamento em temperatura ambiente, onde oscilações na temperatura e umidade, promoveram rápida deterioração, causando baixas na germinação.

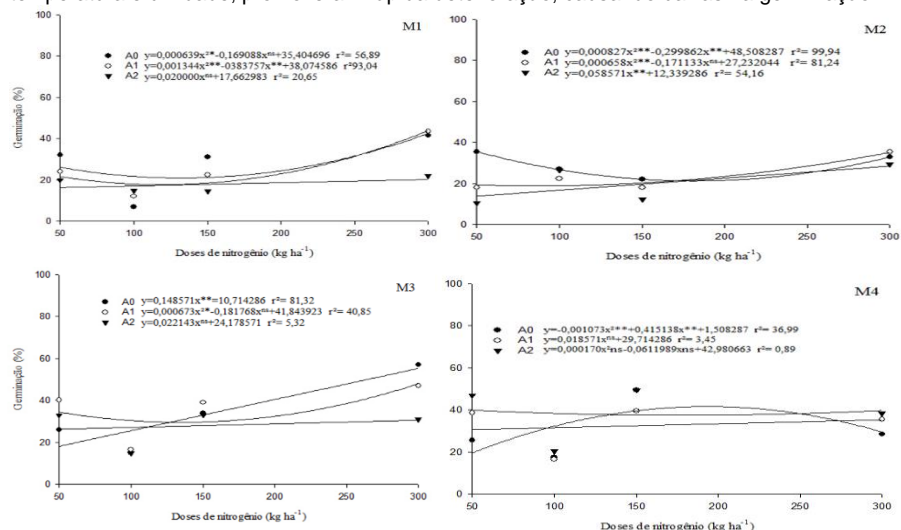


Figura 1. Germinação de sementes (%) de arroz da Cv. BRS 358, armazenadas por 6 meses em temperatura ambiente, em função das épocas de colheita, manejos de aplicação e doses de N, conduzido em várzea de Roraima. M1: 50% na base e 50% aos 45 dias após a emergência (DAE); M2: 100% aplicação aos 15 DAE; M3: 25% na base e 75% em cobertura divididos em ½ aos 15 e ½ aos 45 DAE; M4: 25% na base; 25% aos 15 DAE; 25% aos 35 DAE e 25% aos 55 DAE. A0: 38 DAF; A1: 45 DAF; A2: 52 DAF

Segundo Hausen (2012) algumas cultivares perdem viabilidade durante o armazenamento, pois a deterioração é determinada pela interação entre herança genética, grau de hidratação da semente e temperatura, que influenciam na velocidade da deterioração, reduzindo a qualidade fisiológica. Contudo, os resultados observados para cv. BRS 358 corroboram com Hausen (2012) onde constatou que o armazenamento influenciou negativamente a germinação das sementes de arroz BRS Talento, além disso, Rodrigues et al. (2011) constataram que a cultivar BRS Querência apresentou maior redução na percentagem de germinação do que a BRS Atalanta quando submetida ao armazenamento.

Por conseguinte, Huang (1986) constatou que a taxa de germinação das sementes armazenadas caiu a partir de 6 meses chegando próximo de zero. Em contrapartida, Smiderle e Dias (2011) não observaram redução na germinação de sementes em função do tempo de armazenamento, bem como, a época de colheita não influenciou neste fator, apresentando armazenabilidade até 12 meses. Desta forma, verificou-se que a menor % de germinação das sementes em estudo pode ser devida a fatores genéticos inerentes a cultivar, bem como, fatores externos como variação da temperatura e umidade, deterioração da semente, promovendo a morte do embrião, ou apenas suspensão temporária, devido a dormência da semente.

CONCLUSÃO

1. A percentagem de germinação das sementes é inferior a 50% independente das épocas de colheita e manejos de aplicação.

2. O período de seis meses de armazenamento das sementes em temperatura ambiente influencia negativamente na percentagem de germinação.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária (Embrapa Roraima); e à Universidade Federal de Roraima (UFRR), pelo apoio na realização do trabalho.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL (Ed.) **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo, SP: AgraFNT, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (Ed.) **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Secretaria de Defesa Agropecuária. MAPA/ACS, 2009

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

HAUSEN, L. J. O. V. **Qualidade de sementes de arroz irrigado, no colmo principal e perfilhos, em função de diferentes práticas agrícolas**. 2012, 59 f. Dissertação de Mestrado- Universidade Federal de Pelotas. Pelotas.

HUANG, C.S. Factors affecting grain quality deterioration - abiotic. In: TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE. **Postharvest prevention of paddy rice loss** Taiwan, 1986. p. 147-157.

PEREIRA, J. A. et al. Comparação entre características agronômicas, culinárias e nutricionais em variedades de arroz branco e vermelho. **Revista Caatinga**, v.22, n.1, p.243-248, 2009. Disponível em <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/216330/1/CAATINGAPZB.pdf>> Acesso em 04 mar. 2015.

RODRIGUES, H.C.S.; BAHRY, C.A.; BEVILACQUA, C.B.; VENSKE, E.; ZIMMER, P.D.; FAGUNDES, P.R.R. Supressão antecipada da irrigação na qualidade fisiológica de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado. In: XIII Encontro de Pós-Graduação, Pelotas, 2011. **Anais...** Pelotas, UFPel, 2011.

SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. de A. (Eds.). **A cultura do arroz no Brasil**. 2. ed. rev. ampl. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006.

SILVA, F. de A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, 2009.

SMIDERLE, O. J.; DIAS, C. T.S. Época de colheita e armazenamento de sementes de arroz produzidas no cerrado de Roraima. **Revista Agro@mbiente On-line**, v.5, n.1, p.12-17, 2011.

SMIDERLE, O. J.; PEREIRA, P. R. V. da S. Épocas de colheita e qualidade fisiológica das sementes de arroz irrigado cultivar BRS 7 Taim, em Roraima. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, p.74 - 80, 2008.

MANEJO E DOSES DE NITROGÊNIO, ÉPOCAS DE COLHEITA NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES ARROZ “BRS 358”

Maysa Mathias Alves Pereira¹, Oscar José Smiderle², Antonio Carlos Centeno Cordeiro², Roberto Dantas de Medeiros²

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., Germinação, Roraima.

INTRODUÇÃO

O arroz convencional é fonte importante de calorias e proteínas na dieta alimentar do brasileiro contribuindo para melhoria da nutrição e qualidade de vida (SANTOS et al., 2006), além de grande importância social e econômica. Entretanto, as linhagens de grãos especiais têm ganhado espaço no mercado e nas pesquisas, devido seu valor agregado à comercialização e utilização em pratos da culinária brasileira. Desta forma, o desenvolvimento de arroz com tipos de grãos especiais, como as de grãos catetos, aromáticos, vermelhos, pretos, arbóreos e japônicos de boa qualidade e adaptados as condições de cultivo no Brasil, constitui-se em oportunidade para o rizicultor (PEREIRA et al., 2009).

No Estado de Roraima o arroz irrigado é o produto de maior importância no setor agrícola, com produção aproximada de 106.000 toneladas de arroz em casca, na safra 2011/2012 (AGRIANUAL, 2013). Segundo Smiderle e Dias (2011) para que se tenha qualidade física e fisiológica da semente de arroz, vários fatores devem ser levados em conta, como estágio de maturação, umidade e danos mecânicos que podem ocorrer durante a colheita, secagem, beneficiamento e mesmo durante o armazenamento.

Além disso, em estudos realizados por Smiderle e Pereira (2008) observou-se que colheitas realizadas aos 15 e 22 DAF são impróprias, reduzindo a qualidade fisiológica da semente e o rendimento de inteiros. Entretanto, não só a época de colheita afeta na maturação das sementes, bem como, a dose e época de aplicação da adubação nitrogenada, influenciam na qualidade fisiológica das sementes obtidas.

Diante à falta de estudos sobre a influência do manejo, dose de nitrogênio e épocas de colheita na qualidade fisiológica das sementes, objetivou-se determinar a melhor época de colheita que promova maior qualidade fisiológica das sementes de arroz cultivar BRS 358, com grãos destinados para a culinária japonesa, em função dos manejos de aplicação e doses de nitrogênio, em várzea de Roraima.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Santa Cecília, em área de várzea do Rio Branco, município de Cantá (2°48'27"484"N e 60°39'17"564"W), estado de Roraima de dezembro de 2013 a abril de 2014, em sistema de irrigação por inundação contínua, em solo do tipo Gleissolo Háptico Tb Distrófico, com as seguintes características químicas e físicas: pH = 5,1; MO = 30,92; P = 12,12 mg dm⁻³; K = 0,21 cmolc dm⁻³; Mg = 0,38 cmolc dm⁻³; Ca = 1,25 cmolc dm⁻³; silte = 468,6 g kg⁻¹; areia = 278,5 g kg⁻¹; argila = 252,9 g kg⁻¹.

O delineamento experimental utilizado no campo foi o de blocos casualizados, em esquema de parcela subdividida (4x4x3), com quatro repetições, perfazendo 192 unidades amostrais. O primeiro fator em estudo alocado nas parcelas foram as doses (50 kg ha⁻¹; 100 kg ha⁻¹; 150 kg ha⁻¹; 300 kg ha⁻¹ de N), o segundo fator foram os manejos de aplicação do nitrogênio (subparcelas): M1:50% na base e 50% aos 45 dias após a emergência (DAE); M2:100% aplicação aos 15 DAE; M3: 25% na base e 75% em cobertura divididos em ½ aos

¹Mestre em Agronomia pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia da (POSAGRO –UFRR/EMBRAPA-RR). Campus do Cauamé, BR 174, Km 17, S/N°. Bairro Monte Cristo. Boa Vista-RR. CEP. 69300-000. e-mail: agro.maysa@gmail.com

²Eng. Agr. Pesquisador DSc. Embrapa Roraima, Rod. BR 174, Km 08, Distrito Industrial, C.P. 133, CEP 69301-970, Boa Vista, RR. e-mail: oscar.smiderle@embrapa.br, antonio.cordeiro@embrapa.br; roberto.medeiros@embrapa.br

15 e ½ aos 45 DAE; M4:25% na base; 25% aos 15 DAE; 25% aos 35 DAE e 25% aos 55 DAE.

Mediante a fase de maturação completa da cultura, foram realizadas colheitas de amostras de arroz em casca, por tratamento por repetição, em três épocas de colheita: aos 38 dias após a floração completa-DAF (A0), 45 DAF (A1) e 52 DAF (A2), o terceiro fator em estudo, épocas de colheita.

Cada parcela experimental constou de oito linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas de 0,25 m, com área útil correspondendo às seis linhas centrais, descartando 0,50 m da extremidade. O solo foi preparado quando estava seco, seguido da construção das taipas. A adubação de base na semeadura foi de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Superfosfato Simples, 20% de P₂O₅) e 90 kg ha⁻¹ de K₂O (Cloreto de Potássio, 60% de K₂O).

A cultivar de arroz irrigado BRS 358, possui tipo de grãos curtos e arredondados com baixo teor de amilose, e que, após a cocção mostram-se pegajosos, adequados para uso na culinária japonesa. Apresenta arquitetura de planta moderna, ciclo em torno de 100 dias e foi registrada no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) em 2014, pela Embrapa Arroz e Feijão para cultivo nos Estados de Goiás, Roraima, Tocantins, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Perante a fase de maturação completa da cultura, realizou-se a primeira colheita aos 107 dias, 38 DAF. Com base nesta primeira colheita, foram realizadas mais 2 colheitas aos 45 DAF e 52 DAF, para avaliar a influência da época de colheita na qualidade fisiológica das sementes. Por conseguinte realizou-se a coleta dos materiais de cada unidade amostral correspondente, dos tratamentos em estudo, prosseguindo com a homogeneização destas amostras, formando amostra única destinada para as avaliações posteriores.

Logo após a homogeneização das amostras, as sementes foram secas a 40°C por 48 a 72 horas, até umidade em torno de 13%, e então colocadas em condições ambiente de armazém por três dias para a uniformização da umidade no interior dos grãos, onde posteriormente foram realizadas as coletas para prosseguir com as análises de qualidade fisiológica. O teste de germinação foi realizado com quatro repetições de 100 sementes cada uma, que foram colocadas em substrato papel de germinação, formando rolos, mantidas em germinador a temperatura constante de 25°C (BRASIL, 2009).

Para comparação dos resultados foram realizados testes de homocedasticidade e normalidade pelo software ASSISTAT (SILVA, 2009), em seguida os resultados foram submetidos às análises de variância individual, onde nas variáveis que apresentaram efeito significativo pelo teste F, realizaram-se análises de regressão polinomial e linear, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante dos resultados obtidos nas análises de variância, observou-se efeito significativo à 1%, para interação colheita x dose x manejo de aplicação, sobre a germinação de sementes (%) da cv. BRS 358. Desta forma, proferiu-se o desdobramento das épocas de colheita para cada manejo de aplicação, em função das doses de nitrogênio (Figura 1). Embora, algumas épocas de colheita não terem apresentado significância dos parâmetros testados, a regressão foi utilizada para elucidar os resultados e facilitar na discussão dos mesmos.

Observa-se que de modo geral, as épocas de colheita (Figura 1) apresentaram ajuste polinomial quadrático em função das doses crescentes de N, independente do manejo de aplicação. Contudo, embora haja variação nos percentuais em função das épocas de colheita, observa-se que a média geral foi de 82,50% independente do manejo de aplicação. Corroborando com os resultados obtidos por Souza et al. (2007) que observaram valores de germinação variando entre 68 a 85 %. Diante o posicionamento do intercepto dos polinômios, verifica-se que o incremento aproximadamente de 215 kg ha⁻¹, promoveu a maior percentagem de germinação.

Os resultados obtidos para a BRS 358 são satisfatórios, perante o limite mínimo de germinação para comercialização de sementes, já que se exigem o mínimo de 80% (SOUZA et al., 2007). Por conseguinte, os resultados corroboram com Binotti et al. (2007) avaliando

épocas de colheita e armazenamento, em que a época de colheita não influenciou o percentual de germinação, com média superior à 80%. Smiderle e Dias (2011) avaliando a cultivar BR IRGA 409, com grãos comum, destacaram que as colheitas realizadas no período de 32 a 42 DAF foram as que apresentaram percentagens elevadas na germinação.

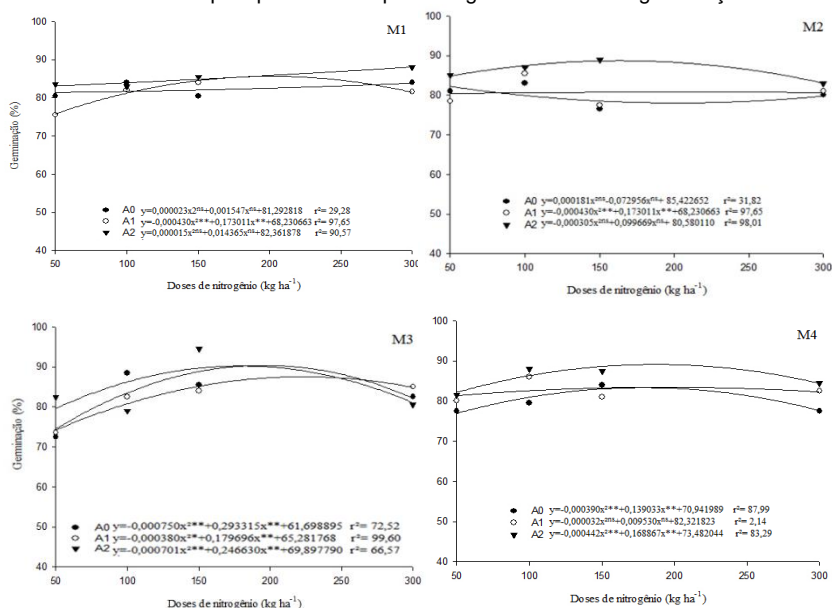


Figura 1 Germinação de sementes (%) da cv. BRS 358 em função das épocas de colheita, manejos de aplicação e doses de N, conduzido em várzea de Roraima. M1:50% na base e 50% aos 45 dias após a emergência (DAE); M2:100% aplicação aos 15 DAE; M3: 25% na base e 75% em cobertura divididos em ½ aos 15 e ½ aos 45 DAE; M4:25% na base; 25% aos 15 DAE; 25% aos 35 DAE e 25% aos 55 DAE. A0: 38 DAF; A1: 45 DAF; A2: 52 DAF.

Além disso, verificou-se tendência polinomial em função das doses de N, em quase todos os manejos de aplicação, corroborando com Fidelis et al. (2010), que observaram influência da dose de N, na qualidade fisiológica da semente. Entretanto, para Carvalho e Nakagawa (2012), as sementes são mais vigorosas quando atingem a sua maturidade fisiológica, decrescendo com o passar dos dias. Sendo assim, observa-se que contrário ao citado por Carvalho e Nakagawa (2012), à espera em campo promoveu maior percentagem de sementes germinadas e possivelmente às sementes que não germinaram estavam imaturas.

CONCLUSÕES

A percentagem de germinação das sementes é superior a 75% independente das épocas de colheita e manejos de aplicação logo após a colheita.

Aplicação de aproximadamente 200 kg ha⁻¹ de N promove maior qualidade fisiológica das sementes.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária (Embrapa Roraima); e à Universidade Federal de Roraima (UFRR), pelo apoio na realização do trabalho.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL (Ed.) **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo, SP: AgraFNT, 2013

BINOTTI, F. F. S. et al. Momento de colheita e períodos de armazenamento no rendimento industrial e na qualidade do arroz de terras altas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n.2, p.219-216, 2007. Disponível em < <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/255>> Acesso em 04 mar. 2015

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (Ed.) **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Secretaria de Defesa Agropecuária. MAPA/ACS, 2009.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n. 6, p. 1039 - 1042, 2011.

FIDELIS, R. R. et al. Qualidade fisiológica de sementes de arroz submetidas a estresse de nitrogênio. Physiological quality of rice seeds submitted to nitrogen stress. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 4, 2010. Disponível em < Disponível em < <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7130>> Acesso em 04 mar. 2015.

PEREIRA, J. A. et al. Comparação entre características agronômicas, culinárias e nutricionais em variedades de arroz branco e vermelho. **Revista Caatinga**, v.22, n.1, p.243-248, 2009. Disponível em < <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/216330/1/CAATINGAPZB.pdf>> Acesso em 04 mar. 2015.

SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. de A. (Eds.). **A cultura do arroz no Brasil**. 2. ed. rev. ampl. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006.

SILVA, F. DE A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, 2009.

SMIDERLE, O. J.; DIAS, C. T.S. Época de colheita e armazenamento de sementes de arroz produzidas no cerrado de Roraima. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 5, n. 1, p. 12-17, 2011.

SMIDERLE, O. J.; PEREIRA, P. R. V. da S. Épocas de colheita e qualidade fisiológica das sementes de arroz irrigado cultivar BRS 7 Taim, em Roraima. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, p.74 - 80, 2008.

SOUZA, L. C. D. et al. Qualidade de sementes de arroz utilizadas no norte de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Sementes**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 223-228, 2007. Disponível em < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-31222007000200029&script=sci_arttext> Acesso em 04 mar 2015.

METODOLOGIAS ALTERNATIVAS PARA TESTE DE FRIO EM SEMENTES DE ARROZ

Thais Ongaratto de Camargo¹; Andreia da Silva Almeida²; Gustavo Zimmer³; Angecion Machado Silva¹; Paulo Dejalma Zimmer⁴

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., vigor, qualidade fisiológica

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.), é uma cultura de grande importância econômica em diversos países, sendo o Brasil o 9º produtor mundial e o maior produtor fora do continente asiático (FAO, 2015). O estado do Rio Grande do Sul se destaca no contexto nacional, responsável por 68% da produção, apresenta área cultivada de 1,1 milhão de hectares e média de produtividade de 7.700 kg/ha, a maior do país (CONAB, 2015). Ainda assim, melhorias podem ser implementadas no sistema de produção de arroz visando incremento de produtividade, uma delas é a utilização de sementes de alta qualidade. A qualidade da semente é o resultado do somatório de seus atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários (POPINIGIS, 1985).

O vigor das sementes, é uma característica da qualidade fisiológica que afeta o crescimento inicial das plântulas e pode ser caracterizado por testes distintos, (SCHUCH & LIN, 1982). Os testes de vigor têm sido utilizados rotineiramente como ferramenta pela indústria de sementes para a determinação da qualidade fisiológica, controle interno de qualidade ou garantia da qualidade na comercialização (MARCOS FILHO, 1999).

O teste de frio, cujo princípio baseia-se na avaliação da qualidade fisiológica de sementes sob condições adversas, é um dos testes de vigor mais utilizados em diversas regiões de clima temperado. É portanto, um teste de resistência, o lote de sementes que apresentar melhor desempenho sob condições adversas é considerado como sendo o mais vigoroso. De forma geral, se os resultados do teste de frio se aproximarem dos obtidos no teste padrão de germinação, há grande possibilidade desse lote apresentar capacidade para germinar sob uma ampla faixa de condições ambientais, basicamente em termos de conteúdo de água e a temperatura do solo (CÍCERO & VIEIRA, 1994).

Diversos trabalhos citam a realização do teste de frio em arroz através da utilização de rolo de papel de germinação à 10° C por 7 dias seguida de temperatura constante de 25 ° C por mais 7 dias (MENEZES & SILVEIRA, 1995; FRANCO & PETRINI, 2002; WRASSE et al., 2006; MERTZ et al., 2009; FRANCO et al., 2013), seguindo a metodologia proposta por Cícero & Vieira (1994), no entanto, não têm sido testadas metodologias alternativas para realização desse teste. Assim, o objetivo do trabalho foi testar a eficiência de diferentes combinações de temperatura/tempo de exposição na determinação do vigor de sementes de arroz pelo teste de frio.

¹ Graduanda em Agronomia – (Bolsista PROBIC/FAPERGS – UFPel) thaisongaratto@hotmail.com

² Bióloga, Doutora (Bolsista PNPD-CAPIES no PPG em Ciência e Tecnologia de Sementes - UFPel)

³ Engenheiro Agrônomo (Mestrando no PPG em Ciência e Tecnologia de Sementes – UFPel)

⁴ Professor Adjunto (PPG em Ciência e Tecnologia de Sementes - UFPel)

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano de 2015, no Laboratório Didático de Análise de Sementes Flávio Farias Rocha, Departamento de Fitotecnia, FAEM/UFPel. O experimento foi realizado no delineamento inteiramente casualizado e utilizou esquema fatorial 6x3 (seis lotes e três combinações de tempo/temperatura). Os lotes de sementes de arroz (cv. IRGA 424), foram caracterizados quanto à sua qualidade fisiológica (Tabela 1), e submetidos ao teste de frio por três, cinco e sete dias, em temperaturas de 5, 7, e 10 °C, respectivamente.

A unidade experimental constitui-se de rolo de papel “*germites*” com 50 sementes. O papel foi umedecido 2,5 vezes a sua massa seca em água destilada, colocado em saco plástico e mantido em câmara BOD, calibrada para as temperaturas estudadas. Após os períodos de tempo pré-estabelecidos, os rolos contendo as sementes foram transferidos para germinadores na temperatura de 25 °C, por sete dias e então contabilizado o número de plântulas normais de cada unidade experimental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme pode ser observado na Tabela 1, os testes de germinação e emergência não foram capazes de estratificar os lotes. Esse resultado se deve provavelmente a exposição às condições próximas às ideais, principalmente no teste de germinação. Assim, demonstra-se a necessidade de utilização de metodologia adicional para diferenciação entre os lotes.

Tabela 1. Caracterização da qualidade fisiológica de seis lotes de sementes de arroz cv. IRGA 424. Capão do Leão – RS, 2015.

Lote	Germinação	Emergência
1	92 a	84 a
2	92 a	85 a
3	92 a	88 a
4	93 a	88 a
5	92 a	88 a
6	92 a	88 a
CV(%)	1,4	3,2

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

O teste de frio mostrou-se eficiente na estratificação dos lotes. Na Tabela 2 observa-se que na temperatura de 5 °C os lotes 1, 3, 4, 5 e 6 demonstraram potencial fisiológico superior, sendo que os lotes 5 e 6 não diferem estatisticamente do lote 2. Para as temperaturas de 7 °C e 10 °C, apenas o lote 1 foi caracterizado como de potencial fisiológico menor, sendo os demais classificados estatisticamente como iguais, com exceção do lote 5 que à temperatura de 10 °C não diferiu estatisticamente do lote 1. Pôde-se observar que a temperatura de 7 °C foi a que apresentou maior estratificação entre os lotes, assim, apresentou resultados mais interessantes frente ao método utilizado atualmente.

Tabela 2. Teste de frio de seis lotes de sementes de arroz da cv. IRGA 424. Capão do Leão - RS 2015.

TESTE DE FRIO			
Lote	5°C - 3 dias	7°C - 5 dias	10°C - 7 dias
1	79 a	67 b	79 b
2	61 b	85 a	88 a
3	85 a	86 a	93 a
4	75 a	86 a	90 a
5	73 ab	89 a	87 ab
6	74 ab	84 a	88 a
CV (%)	8,1	3,6	4,7

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

CONCLUSÃO

Para as condições deste estudo, o teste de frio a 7 °C durante o período de cinco dias apresentou melhor desempenho em diferenciar o vigor de sementes de arroz, apresentando resultados semelhantes ao teste a 10 °C por sete dias, já bastante utilizado, com um ganho de dois dias no tempo de realização do teste, demonstrando-se uma ferramenta eficiente na tomada de decisão das empresas de sementes quanto ao armazenamento e na escolha de sementes pelo produtor rural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CICERO, S.M., VIEIRA, R.D. **Teste de frio**. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.) Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.151-164
- CONAB. Acompanhamento da safra brasileira: Grãos, safra 2014/2015. v.2, n.9, 2015.
- Companhia Nacional de Abastecimento**. Brasília. Conab, 2015. Disponível em :<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_11_09_00_38_boletim_graos_junho_2015.pdf>. Acesso em: 16/06/2015.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT Database**. Disponível em: <<http://data.fao.org/dataset-data-filter?entryId=29920434-c74e-4ea2-beed-01b832e60609&tab=data>>. Acesso em 16/0/2015.
- FRANCO, D.F.; PETRINI, J.A.; **Testes de vigor em sementes de arroz**. Comunicado Técnico, 68. Pelotas: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2002. Disponível em: <<http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/comunicados/comunicado-68.pdf>>. Acesso em: 16/06/2015.
- FRANCO, D.F., JÚNIOR, A.M.M.; SILVA, M.G.S.; RIBEIRO, P.G., VAZ, C.F. Testes de vigor em sementes de arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2013, Santos. **Anais do VII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado**, Santa Maria, RS: Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, 2013. Disponível em: <<http://www.cbai2013.com.br/docs/trab-2387-172.pdf>>. Acesso em 16/06/2015.
- MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-11.8

MERTZ, L. M., HENNING, F. A., SOARES, R. C., BALDIGA, R. F., PESKE, F. B., MORAES, D. M. Alterações fisiológicas em sementes de arroz expostas ao frio na fase de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 262-270, 2009. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222009000200031&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 16/06/2015

MENEZES, N. L.; SILVEIRA, T.L.D.; Métodos para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de arroz. **Scientia Agricola, Piracicaba, 1995, v.52, n.2. Disponível em:** <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90161995000200025>

POPINIGIS, F. **Fisiologia da Semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 29P.

SCHUCH, L. O. B.; LIN, S. S. Atraso na colheita sobre emergência no campo e desempenho de plantas de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.11, p.1.585-1.589, 1982.

WRASSE, C.F. **Testes de vigor alternativos em sementes de arroz**. 2006. 71f. Dissertação- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

OBTENÇÃO DE FIBRAS DE CELULOSE A PARTIR DA CASCA DE ARROZ

Jean Paulo de Oliveira¹; Caroline Dittgen²; Shanise Lisie Mello El Halal³ Alvaro Renato Guerra Dias⁴,
Elessandra da Rosa Zavareze⁵

Palavras-chave: aproveitamento de resíduos, lignina, grupos funcionais

INTRODUÇÃO

O cultivo de arroz irrigado, praticado na região Sul do Brasil contribui, em média, com 68% da produção nacional, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor brasileiro. Embora seja extremamente tecnificada, a cadeia produtiva do arroz ainda enfrenta vários problemas, em especial no que diz respeito ao grande volume de resíduos gerados pelo seu beneficiamento, que apresentam difícil manejo e/ou baixo valor comercial. A casca de arroz é um resíduo agrícola lignocelulósico disponível em abundância em países produtores de arroz. De acordo com estimativas recentes, a produção mundial de arroz é de cerca de 685 milhões de toneladas (incluindo arroz, palha e casca), e casca de arroz significa entre 0,2 e 0,33 kg por kg de arroz colhido (LIM et al., 2012).

A casca de arroz é um material lignocelulósico, com baixo conteúdo de proteínas e pouca digestibilidade, composto por aproximadamente 50% de celulose, 25-30% de lignina e 15-20% de sílica (BAKAR et al., 2010). Portanto, o uso de casca de arroz como fonte para produção de fibras de celulose é promissor, podendo ser aplicada, por exemplo, em hidrogéis e também em embalagens biodegradáveis (MÜLLER et al., 2009, CAVALIERI et al., 2006, PRABAHARAN, MANO, 2006, YU et al., 2007 e ZHAI et al., 2002).

A celulose é um polímero linear cristalino e insolúvel em água e na maioria dos solventes orgânicos. Apresenta alta massa molecular, constituindo-se de moléculas lineares de pelo menos 3000 unidades de β -D-glicopiranosil, unidas por ligações glicosídicas do tipo β -(1 \rightarrow 4). As ligações intramoleculares ocorrem entre grupos hidroxila da mesma molécula, o que é responsável pela rigidez da cadeia, enquanto as interações intermoleculares ocorrem entre grupos hidroxila de cadeias adjacentes, o que atribui à formação da fibra vegetal. A presença destas hidroxilas aumenta a afinidade da celulose com a água, o que a torna de natureza hidrofílica (BEMILLER; HUBER, 2010).

Os avanços da tecnologia em paralelo com os requisitos provenientes do conceito de desenvolvimento sustentável potencializam a busca por materiais e processos que atendam a tais questões. Um fator que contribui para o uso de tecnologias mais limpas é o reaproveitamento de resíduos de processos, bem como a minimização de geração de resíduos. Com isso, visando o aproveitamento de resíduos provenientes do arroz, este trabalho teve como objetivo extrair a celulose a partir da casca de arroz e avaliar sua purificação através de sua caracterização física e química.

¹ Tecnólogo em Alimentos, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos - DCTA - FAEM- UFPEL. Endereço: Laboratório de Grãos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário - UFPEL, s/n, CEP 96010-900 - Caixa Postal 354 - Pelotas/RS, Fone: (53) 3275-7258 - ramal 205, E-mail: jeanoliveira.alimentos@yahoo.com.br.

² Graduanda em Agronomia, aluna de iniciação científica do Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRAOS) da Universidade Federal de Pelotas.

³ Química de Alimentos, Dra, Pós Doutoranda no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRAOS) da Universidade Federal de Pelotas.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Dr, Professor Adjunto do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas

⁵ Engenheira de Alimentos, Dra, Professor Adjunto do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se arroz da cultivar IRGA 417. As amostras foram descascadas em engenho de provas para arroz (Zaccaria, Brasil). As cascas de arroz foram utilizadas para o isolamento da fibra de celulose. O isolamento das fibras de celulose foi baseado nas metodologias de Zuluaga et al. (2009) e Johar e Ahamad (2012), com algumas modificações. As cascas de arroz foram lavadas com água destilada, secas (50°C/24h) e moídas. Para a remoção da hemicelulose e da lignina da casca de arroz moída, foi realizado um tratamento alcalino com NaOH (4%, m/v) em reator de vidro encamisado, com agitação mecânica (IKA, RW20, Alemanha), com circulação de água a 80 °C por 4 h. No término da reação, a suspensão foi filtrada e lavado com excesso de água destilada. Esta reação foi realizada por 7 vezes. Após o tratamento alcalino, foi realizado o branqueamento das cascas, que tem como finalidade remover a lignina remanescente.

O branqueamento foi realizado com a adição da casca em uma mistura de partes iguais de solução tampão de acetato de sódio (27g de NaOH e 75g de ácido acético glacial/1L de água) e solução aquosa de 1,7% de clorito de sódio. Este material foi colocado em reator de vidro encamisado, com circulação de água a 95 °C durante 4 h com agitação mecânica (IKA, RW20, Alemanha) e após, filtrado em funil de Buchner com filtro de nylon nº 4 e lavado com excesso de água destilada. O processo de branqueamento foi realizado por 4 vezes. Após todas as etapas, o material branqueado (fibra de celulose) foi seco a 50 °C em estufa com circulação forçada de ar durante 24 h e armazenada em recipiente hermético até a utilização.

As fibras da casca de arroz moída (sem tratamento) e a fibra de celulose obtida da casca de arroz foram analisadas a fim de comparar as mudanças macroscópicas, assim como a composição química e estrutural que ocorreram nas fibras após as etapas. As fibras foram visualizadas e fotografadas, com o objetivo de comparar a coloração das mesmas. Para caracterização química das fibras, o teor de lignina foi determinado através do método padrão TAPPI T13m-54, utilizando-se o ácido sulfúrico concentrado (72%) para a hidrólise dos polissacarídeos (celulose e hemicelulose). O conteúdo de holocelulose (celulose + hemicelulose) e celulose foram determinados pelo método padrão TAPPI T19m-54, descrito por Trindade et al. (2005). As fibras foram avaliadas em um espectrômetro (MARCA, MODELO). Foram realizadas varreduras na faixa espectral de 800 a 4000 cm^{-1} e recolhidas 30 leituras a uma resolução de 2 cm^{-1} .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão apresentadas as fotografias das fibras da casca de arroz moída, tratada com álcali e branqueada (fibras de celulose). A fibra da casca de arroz moída apresentou coloração marrom e após o tratamento alcalino de 72 horas houve uma redução na sua tonalidade, apresentando uma coloração marrom-claro. Após o tratamento de branqueamento o material apresentou uma cor completamente branca. Essas mudanças de coloração ocorreram devido à remoção da lignina e da hemicelulose. A cor branca observada no produto final é uma indicação de material celulósico de alta pureza.

O rendimento de extração de celulose da casca de arroz foi de 19,8g de celulose/100g de casca de arroz. A Tabela 1 apresenta os teores de celulose, de hemicelulose, de lignina e de cinzas da casca de arroz moída e da fibra de celulose obtida da casca de arroz.

Com o método de extração utilizado para obtenção da celulose da casca do arroz, obteve-se uma celulose com alto grau de pureza (93,1% Celulose, 4,2% de hemicelulose, 0,8% de lignina e 1,9% de cinzas), resultados expressados em base seca, demonstrando que o método de obtenção de fibras de celulose a partir da casca de arroz foi eficaz.

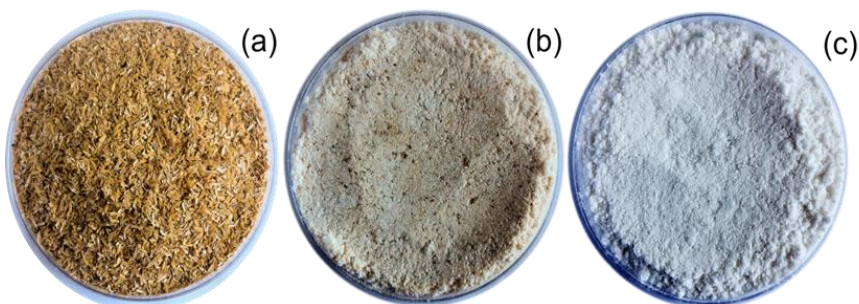


Figura 1. Coloração das fibras da casca de arroz moída (A), tratada com álcali (B) e branqueada (fibras de celulose) (C).

Tabela 1. Teores de celulose, hemicelulose, lignina e cinzas da casca de arroz moída e da fibra de celulose obtida da casca de arroz.

Material	Celulose (%)	Hemicelulose (%)	Lignina (%)	Cinzas (%)
Casca de arroz moída	51,5	21,0	10,88	16,62
Fibra de celulose	93,1	4,2	0,8	1,9

Os espectros da casca de arroz moída e da fibra de celulose obtida da casca de arroz analisadas por FTIR estão mostrados na Figura 2.

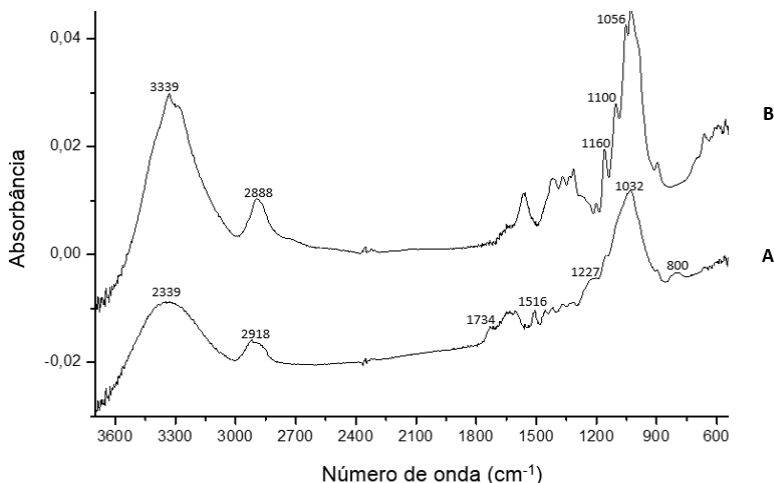


Figura 2. Espectros de infravermelho com transformada de Fourier da casca de arroz moída (A) e da fibra de celulose obtida da casca de arroz (B).

A banda 1734 cm^{-1} presente no espectro da casca de arroz refere-se ao C=O não conjugado presente na lignina (Figura 2A). Observa-se que no espectro da fibra de celulose

não houve o aparecimento desta banda (Figura 2B). Este resultado sugere que a lignina foi parcialmente removida no tratamento alcalino e no branqueamento das fibras de celulose, o que foi confirmado com a composição química (Tabela 1). O espectro da fibra de celulose também apresentou as bandas 1160 cm^{-1} e 1100 cm^{-1} com maiores intensidades do que a dos espectros da fibra da casca moída. A região 1160 cm^{-1} foi associada a ligação C-O-C do anel da piranose e às vibrações do carbono C3 da celulose. A banda 1100 cm^{-1} refere-se à vibração de ligações glicosídicas C-O-C da celulose (MAHECHA, 2012). As Bandas 3.339 cm^{-1} está relacionada a hidroxila e 2.888 cm^{-1} é referente a grupos C-H presente na celulose.

CONCLUSÃO

Foi possível a obtenção de fibras de celulose a partir de casca de arroz, com rendimento de extração de 19,8 g de celulose /100g de casca de arroz e com grau de pureza de 93,1 g de celulose/ 100g de fibras de celulose. Portanto, o uso de casca de arroz como fonte para produção de fibras de celulose é promissor, pois além do reaproveitamento dos resíduos dos grãos de arroz, a fibra de celulose pode ser aplicada em materiais, como hidrogéis e embalagens biodegradáveis.

AGRADECIMENTOS

Capes, CNPq, FAPERGS SCT-RS pelo financiamento das pesquisas e pelas bolsas de estudo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEMILLER; J. N.; HUBER; K. C. Carboidratos. In: DAMODARAM, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. A. (Eds.). **Química de alimentos**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, Cap. 3, p. 900, 2010.
- BAKAR, B. H. A.; PUTRAJAYAC, R.; ABDULAZIZ, H.. Malaysian Rice Husk Ash – Improving the Durability and Corrosion Resistance of Concrete: Pre-review. **Concrete Research Letters**, v. 1, p. 6-13, 2010.
- JOHAR N.; AHMAD I. Morphological, thermal, and mechanical properties of starch biocomposite films reinforced by cellulose nanocrystals from rice husks. **BioResources**, v. 7, p. 5469-5477, 2012.
- LIM, J.S., ABDUL MANAN, Z., WAN ALWI, S.R., HASHIM. H.A. Review on utilisation of biomass from rice industry as a source of renewable energy. **Renewable Sustainable Energy Rev.**, v.16, p.3084–3094, 2012.
- MÜLLER C.M.O.; LAURINDO J.B.; YAMASHITA F. Effect of cellulose fibers addition on the mechanical properties and water vapor barrier of starch-based films. **Food Hydrocolloids**, v. 23, p. 1328–1333, 2009
- TRINDADE, W. G., HOAREAU, W., MEGIATTO, J. D., RAZERA, I. A. T., CASTELLAN, A., FROLLINI, E. Thermoset Phenolic Matrices Reinforced with Unmodified and Surface-Grafted Furfuryl Alcohol Sugar Cane Bagasse and Curaua Fibers: Properties of Fibers and Composites. **Biomacromolecules**, v.6, p.2485, 2005.
- ZULUAGA, R.; PUTAUX, J. L.; CRUZ, J.; VÉLEZ, J.; MONDRAGON, I.; GAÑÁN, P. Cellulose microfibrils from banana rachis: Effect of alkaline treatments on structural and morphological features. **Carbohydrate Polymers**, v. 76, p. 51-59, 2009

PARÂMETROS DE IDENTIDADE E QUALIDADE DE MARCAS COMERCIAIS DE ARROZ BRANCO POLIDO

Thomas Duzac Escobar¹; Tiago André Kaminski²; Maurício Gomes Locatelli³; Gomercindo Aramburu Júnior⁴; Nenoir Dorneles de Amador⁴; Luciano Gomes de Souza⁴

Palavras-chave: classificação, defeitos, grãos quebrados, grãos amarelos, grãos rajados

INTRODUÇÃO

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), mediante a Instrução Normativa n. 6, de 16 de fevereiro de 2009, estabelece as normas para identidade, qualidade, embalagem e apresentação do arroz. A partir destes parâmetros, é proporcionado um sistema de comercialização do arroz por classes e tipos, considerando os fatores de qualidade associados à limpeza, uniformidade, condições sanitárias e pureza do produto (BRASIL, 2009).

Defeitos nos grãos, tais como gessados, danificados e rajados, resultam de problemas no seu desenvolvimento e/ou do polimento incompleto do arroz, mas como não se alteram no armazenamento do arroz são denominados defeitos não metabólicos. Já os grãos manchados, picados, amarelos, pretos e ardidos, que podem ser formados e/ou aumentar durante o armazenamento, são denominados de defeitos metabólicos. Os defeitos metabólicos também são associados com os riscos de desenvolvimento de substâncias prejudiciais à saúde do consumidor, principalmente de toxinas produzidas por fungos (OLIVEIRA et al., 2014).

A nova Instrução Normativa para o arroz (BRASIL, 2009) acarretou em produtos com maior qualidade, reduzindo a tolerância para a incidência de defeitos, tais como grãos ardidos, mofados, manchados, picados, gessados, amarelos, rajados, além de grãos quebrados e quítera. Com limites mais ajustados à incidência de defeitos, aumentou a possibilidade de serem superados no produto e gerar autuações por parte do Ministério da Agricultura. Embora a legislação atual promova maior qualidade no produto final, onera a indústria que, por sua vez, desconta mais dos fornecedores de matéria-prima e repassa o maior custo do produto final ao consumidor.

Este trabalho almeja contribuir com mais dados sobre aspectos de qualidade do arroz comercial e nesse sentido foram avaliadas dez marcas comerciais de arroz branco polido em relação aos parâmetros de identidade exigidos pela legislação brasileira, através do procedimento de classificação.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras: dez amostras de arroz do grupo beneficiado, subgrupo polido, classe longo fino e tipo 1 foram adquiridas em mercados das cidades de Santa Maria/RS e Itaqui/RS no mês de setembro de 2014. A aquisição considerou três repetições de cada marca, mesmo lote e data de fabricação nas embalagens. As amostras receberam códigos de identificação (números de 1 a 10) visando preservar as marcas comerciais (Tabela 1). Os procedimentos de amostragem foram conduzidos no laboratório de Processamento de Alimentos da Universidade Federal do Pampa (Unipampa), campus Itaqui. As repetições foram classificadas no Laboratório de Sementes da Unipampa e em duas empresas de certificação (Ascar-Emater e Clacereais).

¹ Graduando do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa – campus Itaqui, Rua Luiz Joaquim de Sá Brito s/n, Bairro Promorar, Itaqui/RS, Brasil, 97650-000. E-mail: thomas-skt@hotmail.com.

² Doutor, Universidade Federal do Pampa – campus Itaqui.

³ Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa – campus Itaqui.

⁴ Classificadores de grãos da empresa Clacereais Ltda.

Tabela 1. Informações das amostras de arroz avaliadas.

Amostra	Proveniência	Lote	Data de fabricação	Data de validade
1	Pelotas/RS	22JUN1501A	22/08/2014	22/06/2015
2	Itaqui/RS	040715	04/09/2014	04/07/2015
3	São Borja/RS	FLT145APD	13/08/2014	01/08/2015
4	Capão do Leão/RS	CL31201411	28/07/2014	28/07/2015
5	Santa Maria/RS	07 14	01/07/2014	02/03/2015
6	Camaquã/RS	021F4CAM4	-	jun/15
7	Alegrete/RS	33M08	11/08/2014	11/05/2015
8	Camaquã e Bagé/RS	D3L/3214 CCB	07/08/2014	07/08/2015
9	Nova Santa Rita/RS	40814	22/08/2014	22/08/2015
10	Itaqui/RS	39	02/09/2014	02/04/2015

Análise de umidade e identidade: o teor de umidade das amostras foi determinado por capacitância, utilizando o medidor portátil de umidade (G600, Gehaka). As classificações seguiram o roteiro descrito na Instrução Normativa n. 6, de 16 de fevereiro de 2009, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009), com determinação do porcentual de incidência para grãos quebrados e quirera, amarelos, picados e manchados, mofados e ardidos, rajados, gessados, matérias estranhas e impurezas e marinheiros.

Análise estatística: os dados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de significância, através dos softwares Statistica 8.0 (STATSOFT, 2007) e Genes (CRUZ, 2013), além do aplicativo Microsoft Office Excel®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na determinação de umidade das amostras foram constatados valores distintos entre as marcas de arroz, mas as médias das repetições sempre estiveram abaixo do limite de 14% de umidade preconizado pela legislação (BRASIL, 2009). Alguns defeitos também não foram constatados e/ou incidiram em quantidades muito baixas nos grãos das amostras de arroz. Tais defeitos correspondem aos grãos mofados e ardidos, gessados, quirera, marinheiros, matérias estranhas e impurezas, cujos resultados não foram organizados e demonstrados em tabelas, pois não apresentaram variações significativas ($P > 0,05$).

Na Tabela 2 estão demonstrados os valores médios da análise de grãos quebrados, amarelos, picados e manchados, e rajados.

Tabela 2. Incidência de defeitos nas amostras de arroz.

Amostra	Grãos quebrados	Grãos amarelos	Grãos picados e manchados	Grãos rajados
			%	
1	2,71 ± 0,30 ^C	0,53 ± 0,38 ^B	0,49 ± 0,24 ^B	0,23 ± 0,05 ^C
2	7,05 ± 0,49 ^B	0,26 ± 0,03 ^B	0,22 ± 0,07 ^B	0,14 ± 0,10 ^C
3	0,88 ± 0,33 ^D	0,09 ± 0,06 ^B	0,16 ± 0,03 ^B	0,07 ± 0,05 ^C
4	5,80 ± 0,53 ^B	0,20 ± 0,05 ^B	0,32 ± 0,19 ^B	0,10 ± 0,07 ^C
5	11,98 ± 1,73 ^A	0,67 ± 0,06 ^B	0,34 ± 0,09 ^B	0,29 ± 0,12 ^B
6	5,19 ± 0,34 ^B	1,51 ± 0,80 ^A	0,43 ± 0,10 ^B	0,40 ± 0,06 ^B
7	2,11 ± 0,08 ^D	0,12 ± 0,11 ^B	0,36 ± 0,16 ^B	0,08 ± 0,09 ^C
8	6,49 ± 1,81 ^B	0,41 ± 0,36 ^B	0,39 ± 0,12 ^B	0,18 ± 0,03 ^C
9	5,94 ± 0,15 ^B	0,79 ± 0,18 ^B	0,88 ± 0,46 ^A	0,95 ± 0,14 ^A
10	3,66 ± 0,16 ^C	0,47 ± 0,19 ^B	0,27 ± 0,06 ^B	0,20 ± 0,03 ^C

Valores numéricos expressos como média ± desvio padrão seguidos por letras que indicam diferença estatística significativa em nível de 5% pelo teste de Scott-Knott entre as médias das colunas.

Em relação à incidência de grãos quebrados, apenas a amostra 5 superou o limite máximo de 7,5% descrito na legislação (BRASIL, 2009), com valor significativamente

superior às demais ($P < 0,05$); enquanto que as amostras 3 e 7 apresentaram os menores valores de grãos quebrados ($P < 0,05$) (Tabela 2).

As operações unitárias no beneficiamento do arroz (brunimento e polimento) são responsáveis por cerca da metade da quebra total de grãos, enquanto o restante é decorrente de fatores como secagem muito rápida, grãos imaturos, grãos gessados e a distribuição irregular da umidade nos grãos (BHATTACHARYA, 1969; EMBRAPA, 1999).

A quantidade de grãos quebrados é reconhecida por influenciar diretamente na qualidade e no preço do arroz (HOUSTON, 1972). Sobre a relação da qualidade com os grãos quebrados, o consumidor tem preferência pelo produto com menor quantidade de grãos quebrados, pois o arroz com grãos quebrados resulta em cozimento desuniforme e aspecto pouco atrativo (EMBRAPA, 1999).

Quanto à incidência de grãos amarelos, as médias das amostras 1, 5, 6 e 9 superaram o limite de 0,5% preconizada pela legislação (BRASIL, 2009). A amostra 6 teve a maior incidência de grãos amarelos ($P < 0,05$), superando em três vezes o limite da legislação, enquanto as demais amostras não diferiram entre si ($P > 0,05$) (Tabela 2).

A ocorrência de grãos amarelos no arroz é decorrente principalmente de alta temperatura (acima de 20 °C) e tempo de espera para secagem da matéria-prima proveniente da safra. Este defeito metabólico também é relacionado às altas temperaturas de secagem, além do desencadeamento de atividade enzimática e desenvolvimento de microrganismos em um armazenamento inadequado (OLIVEIRA et al., 2014).

De acordo com os resultados da Tabela 2, nenhuma amostra superou o limite de 1,75% descrito na legislação para a incidência de grãos picados e manchados (BRASIL, 2009). A amostra 9 teve maior incidência e diferiu significativamente ($P < 0,05$) das demais amostras de arroz, que não diferiram significativamente ($P > 0,05$) entre si.

A legislação não apenas unifica dois diferentes tipos de defeitos nos grãos (picados e manchados) em apenas um limite (1,75%), mas também define os grãos defeituosos da seguinte forma: “o grão descascado e polido, inteiro ou quebrado, que apresentar mancha escura ou esbranquiçada, perfurações ou avarias provocadas por pragas ou outros agentes, desde que visíveis a olho nu, bem como as manchas escuras provenientes de processo de fermentação em menos de um quarto da área do grão” (BRASIL, 2009). No entanto, a presença de manchas nos grãos é atribuída a fatores como plantio (época, densidade, espaçamento), doenças das plantas, pragas na lavoura, além de secagem e condições de armazenamento inadequadas, que podem levar ao desenvolvimento de microrganismos; enquanto que a incidência de grãos picados é mais associada aos insetos, principalmente de percevejos dos grãos (CASTRO et al., 1999).

A não constatação de elevados valores para a incidência de grãos picados e manchados sugere que os produtores e empresas de beneficiamento de arroz estão observando boas condições de armazenagem, ou seja, estão conseguindo minimizar/evitar o desenvolvimento de microrganismos e o ataque de pragas, tais como insetos e outros animais (BAUDET, 1996; RIBEIRO et al., 2012).

Ainda na Tabela 2, pode-se observar que nenhuma amostra apresentou valores superiores ao limite de 1,00% descrito na legislação para grãos rajados (BRASIL, 2009). Entre as marcas, a amostra 9 se destacou com maior incidência ($P < 0,05$), as amostras 5 e 6 com valores intermediários, e as demais com menor incidência de grãos rajados.

O arroz vermelho é a mais importante planta daninha das lavouras de arroz irrigado no Sul do Brasil, acarretando no defeito reconhecido como “grão rajado” nos grãos polidos (EBERHARDT & NOLDIN, 2005). Sua presença acarreta em grandes perdas econômicas à cadeia produtiva de arroz desde o campo até o beneficiamento industrial, afetando a produtividade, rendimento e qualidade dos grãos, além de elevar os custos de produção, devido à maior necessidade de controle para prevenção de problemas operacionais na colheita, secagem e beneficiamento (EBERHARDT & NOLDIN, 2005).

Os grãos rajados são os defeitos mais difíceis de controlar no produto final. Sua incidência é diretamente relacionada à qualidade das sementes e às plantas daninhas da lavoura (CASTRO et al., 1999); desta forma, a entrada da matéria-prima com arroz

vermelho na linha de produção, mesmo após as etapas de brunimento e polimento, resulta em grãos polidos com estrias vermelhas, que dificilmente serão separados nas etapas seguintes da produção.

Destaca-se que 60% das amostras (2, 3, 4, 7, 8 e 10) estiveram de acordo com a legislação quanto à incidência de defeitos, cumprindo a denominação de arroz “tipo 1” descrita nas embalagens (BRASIL, 2009). A amostra 3 apresentou menor incidência de defeitos entre as dez marcas comerciais de arroz.

CONCLUSÃO

Os limites preconizados pela legislação brasileira para o arroz polido do tipo 1 foram superados nas amostras 1, 5, 6 e 9, devido elevada incidência de grãos quebrados e/ou amarelos. O conjunto dos resultados demonstra diferenças de identidade entre as marcas de arroz e reforça a necessidade de constante fiscalização dos produtos comercializados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAUDET, L. M. L. Armazenamento de sementes de arroz. In: PESKE, S. T. et al. (Ed.). **Produção de arroz**. Pelotas, RS: Ed. Universitária da UFPel, 1996.
- BHATTACHARYA, K. R. Breakage of rice during milling, and effect of parboiling. **Central Food Technological Research Institute**, v. 46, n. 5, p. 478-485, St. Paul, set. 1969.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 6, de 16 de fevereiro de 2009. **Regulamento Técnico do Arroz**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 fev. 2009. Seção 1, p. 3.
- CASTRO, E. M. et al. Qualidade em grãos de arroz. **Circular Técnica da Embrapa Arroz e Feijão**, Santo Antônio de Goiás, GO, n. 34, 1999. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/circ_34_000fxellcv702wyiv80soht9hyuxkqdv.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2015.
- CRUZ, C. D. **GENES** - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, PR, v. 35, n. 3, p. 271-276, jul./set. 2013.
- EBERHARDT, D. S.; NOLDIN, J. A. Dano causado por arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.) em lavouras de arroz irrigado, sistema pré-germinado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4., REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26., 2005, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, RS: Orium, 2005. p. 184-186.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Qualidade de grãos em arroz**. 1999. 30 p. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/circ_34_000fxellcv702wyiv80soht9hyuxkhyu.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2015.
- HOUSTON, D. F. **Rice** - chemistry and technology. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1972.
- OLIVEIRA, M. G. de C. et al. Caracterização da qualidade de diferentes proporções da mistura de arroz tipo 1: branco e parboilizado. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v. 34, n. 2, p. 111-121, 2009.
- OLIVEIRA, M. de et al. **Qualidade de grãos de arroz**: novos cenários e novas exigências. Artigos técnicos. Grupo Cultivar. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/site/content/artigos/artigos.php?id=442>>. Acesso em: 15 out. 2014.
- RIBEIRO, C. S. N. et al. Resistência de genótipos de arroz a pragas de grãos armazenados. **Revista Caatinga**, Mossoró, RN, v. 25, p. 183-187, jan./mar. 2012.
- SOSBAI. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. Itajaí, SC: Epagri, 2012.
- STATSOFT. **Statistica**: data analysis software system. Versão 8.0. StatSoft Inc.: Tulsa, 2007.

PARÂMETROS VISCOAMILOGRÁFICOS DA FARINHA E DO AMIDO ISOLADO DE GRÃOS DE ARROZ COM DEFEITOS

Lieser Luan Alves Cabreira¹; Lanes Acosta²; Anderson Ely³; Moacir Cardoso Elias⁴; Elton Pilar Medeiros⁵; Ricardo Tadeu Paraginski⁶

Palavras-chave: arroz; amido; defeitos; qualidade; tecnologia

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é o principal cereal consumido no Brasil, estando diariamente presente nas refeições, por ser alimento básico da maioria dos povos. O maior consumo é na forma de arroz cozido, e uma pequena quantidade é utilizada como ingredientes em alimentos processados ou em outras aplicações industriais. Durante a secagem e o armazenamento por longos períodos de tempo, os grãos de arroz podem ser afetados por diferentes tipos de alterações químicas, físicas e biológicas, as quais podem afetar a qualidade do produto e de consumo do arroz. Os defeitos que ocorrem nos grãos de arroz podem reduzir sua aceitabilidade (Martin & Fitzgerald, 2002; Zhou et al. 2003). A presença de grãos verdes e gessados afeta negativamente a aceitabilidade do consumidor e, em trabalho realizado por Singh et al. (2003), teores superiores a 2% dos grãos causam a rejeição do produto. Os defeitos podem se originar do desenvolvimento incompleto dos grãos durante a maturação, devido a condições de temperatura elevadas, como ocorre com os grãos gessados (Cheng et al., 2005; Singh et al., 2003), do ataque de insetos e fungos nos grãos durante a maturação, como os grãos manchados e picados, de variedades ou mutações espontâneas ou induzidas que ocorrem nos grãos de arroz, mudando a cor do pericarpo de branco para pigmentado (Jeng et al., 2011; Brooks et al., 2008), como exemplo os grãos rajados, ou de condições de secagem inadequadas com utilização de temperaturas muito elevadas ou com alta umidade dos grãos. Desta forma as indústrias alimentícias separam esses grãos durante o seu processamento, sendo considerado um produto de baixo valor agregado. Similarmente ao que acontecem com os grãos quebrados, esses produtos são destinados ao consumo animal ou para produção de derivados. A extração de amido é uma forma de agregar valor aos grãos com defeito, pois este pode ser menos afetado comparado com a farinha obtida de grãos com defeitos. O amido de arroz possui propriedades específicas, além de não ser um produto alergênico, podendo ser consumido por portadores de doença celíaca como substituto do trigo na elaboração de produtos sem glúten (Polanco et al., 1995). Assim, considerando os problemas descritos, e a necessidade de desenvolvimento de uma alternativa para grãos de arroz com defeitos, o objetivo no trabalho foi avaliar as propriedades viscoamilográficas da farinha e do amido isolado de grãos de arroz com defeitos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados grãos de arroz beneficiado polido, inteiros, obtidos da indústria Pilleco Nobre Alimentos, de Alegrete. Os grãos com defeitos foram separados de acordo com a Instrução Normativa MAPA Nº 06 de 16 de fevereiro de 2009, por classificador registrado junto ao MAPA com Carteira de Classificador EAC 1.867, até obtenção de 350 gramas de amostra de cada defeito. Os defeitos identificados foram: ardidados, amarelos, picados,

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Agrícola do Instituto Federal Farroupilha/Univesidade Federal do Pampa, RS 377, Km 27, Passo Novo, Alegrete, CEP: 97555-000, E-mail: ricardo.paraginski@iffarroupilha.edu.br

² Acadêmica do Curso de Engenharia Agrícola do Instituto Federal Farroupilha/Univesidade Federal do Pampa.

³ Acadêmica do Curso de Engenharia Agrícola do Instituto Federal Farroupilha/Univesidade Federal do Pampa.

⁴ Doutor, Professor Titular da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

⁵ Tecnólogo em Irrigação, Responsável pelo Laboratório de Pós-Colheita de Grãos do Instituto Federal Farroupilha.

⁶ Doutor, Professor do Instituto Federal Farroupilha – Campus Alegrete.

manchados, rajados, verdes e gessados. Após a separação dos defeitos, os grãos foram moídos em moinho Perten 3110, até partículas de tamanho de 70 mesh (0,211mm) para extração do amido e para determinação dos parâmetros viscoamilográficos.

Extração do amido: A extração de amido dos grãos de arroz foi baseada no método descrito por Wang & Wang (2004), com algumas modificações.

Parâmetros viscoamilográficos do amido e da farinha: As características viscoamilográficas dos amidos foram avaliadas com o analisador rápido de viscosidade (RVA- *Rapid Visco Analyser*), usando programa *Thermocline for Windows versão 1.10*, e o perfil utilizado foi o *Standard Analysis 1*. A quantidade de amostra utilizada para os testes foi de 3 gramas corrigidas para 14% de umidade, conforme descrito por Singh et al. (2004).

Análise estatística: Determinações analíticas das amostras foram realizadas em triplicata, e a comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, através de uma análise de variância (ANOVA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 e Figura 1 são apresentados os resultados dos parâmetros viscoamilográficos da farinha e do amido isolado de grãos de arroz beneficiado com defeitos.

Tabela 1. Propriedades de pasta das farinhas e do amido após a extração dos grãos de arroz sem defeito, com defeito, amarelos, ardidos, manchados e picados, rajados e gessados e verdes.

Parâmetro ^a	Sem defeitos	Com defeitos	Amarelos	Ardidos	Manchados e picados	Rajados	Gessados e verdes
Farinha							
T.P.*	84,4 ^c	86,9 ^{ab}	88,5 ^a	89,0 ^a	88,2 ^{ab}	86,0 ^{bc}	88,08 ^{ab}
P.V.*	270,7 ^a	245,0 ^b	206,5 ^e	215,7 ^{de}	234,8 ^c	148,8 ^f	223,04 ^d
V.Q.*	28,7 ^a	9,4 ^{bc}	7,4 ^{bc}	4,9 ^c	5,0 ^c	29,3 ^a	11,96 ^b
V.F.*	481,5 ^a	455,0 ^b	338,9 ^e	386,4 ^d	407,5 ^c	285,3 ^f	293,21 ^f
R.*	239,5 ^a	219,4 ^b	145,4 ^e	175,6 ^c	183,4 ^c	165,8 ^d	82,13 ^f
Amido							
T.P.*	80,8 ^e	83,6 ^{cd}	87,8 ^a	85,0 ^{bc}	86,1 ^{ab}	81,5 ^{de}	83,6 ^{cd}
P.V.*	254,5 ^c	264,9 ^{bc}	267,3 ^b	273,3 ^b	272,4 ^b	200,1 ^d	290,5 ^a
V.Q.*	35,0 ^d	45,4 ^{bc}	42,3 ^{bcd}	50,3 ^b	45,5 ^{bc}	64,9 ^a	38,3 ^{cd}
V.F.*	375,5 ^d	420,1 ^b	440,9 ^a	452,3 ^a	436,3 ^{ab}	300,2 ^e	399,4 ^{ab}
R.*	155,9 ^c	200,6 ^b	213,6 ^{ab}	226,1 ^a	225,8 ^a	160,4 ^c	147,2 ^c

^a Médias aritméticas simples de três repetições, seguidas por letras minúsculas iguais na mesma linha para farinha e amido, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). *T.P.: temperatura de pasta; P.V.: Pico de viscosidade; V.Q.: viscosidade de quebra; V.F.: viscosidade final; R.*: retrogradação.

Os resultados mostram que os amidos dos grãos com e sem defeitos apresentaram diferenças para as propriedades de pasta, indicando que os defeitos interferem na qualidade do amido, entretanto maiores diferenças são observadas na farinha, resultado da interação entre amido, proteína e lipídios. Os amidos extraídos dos grãos amarelos e ardidos apresentaram maior temperatura de pasta, retrogradação e viscosidade final comparados com o amido extraído dos grãos sem defeitos. O amido isolado dos grãos rajados apresentou uma redução no pico de viscosidade e na viscosidade final, e um aumento na viscosidade de quebra. O maior valor do pico de viscosidade observado nos grãos gessados e verdes pode ser resultado de falhas na formação dos grânulos de amido, que podem resultar em uma maior velocidade de absorção de água.

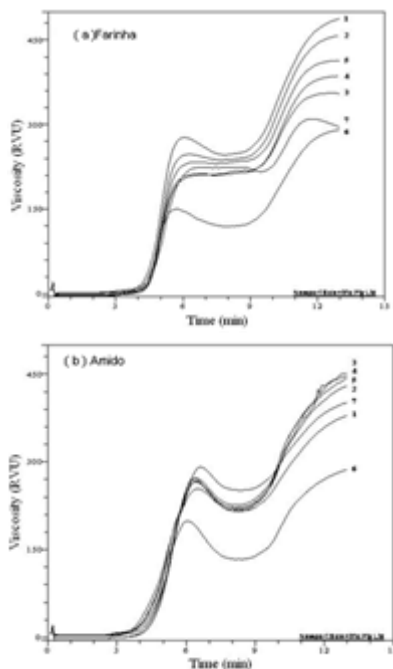


Figura 1. Gráficos do RVA das farinhas e do amido após a extração dos grãos de arroz sem defeitos (1), com defeitos (2), amarelos (3), ardidos (4), manchados e picados (5), rajados (6) e gessados e verdes (7).

De acordo com Singh et al. (2003), a presença de espaços com ar e a estrutura desorganizada dos grânulos de amido, favorecem uma difusão rápida de água, o que provoca uma redução no tempo de cocção destes grãos, que quando cozidos juntamente com grãos sem defeitos, acabam reduzindo a qualidade sensorial após a cocção. A maior temperatura de pasta e menor viscosidade observada no amido extraído de grãos de arroz amarelos está de acordo com Wang et al. (2002), que encontraram resultados semelhantes, e afirmaram que as diferenças nas propriedades observadas no amido extraído. A maior temperatura de pasta e menor viscosidade observada no amido extraído de grãos de arroz amarelos está de acordo com Wang et al. (2002), que encontraram resultados semelhantes, e afirmaram que as diferenças nas propriedades observadas no amido extraído eram menos intensas que as observadas nas propriedades da farinha. Segundo Wang et al. (2002), ao avaliar amido extraído de grãos amarelos, grãos quebrados e grãos sem defeitos, sugerem que a “maior” fração de amido danificado e de baixo conteúdo de amilose é removido durante o processo de isolamento do amido, além deste afirmar que a interação entre o amido e a orizeína, principal proteína de constituição do grão de arroz, podem retardar o intumescimento e proteger o amido do cisalhamento mecânico, resultando em uma temperatura de pasta mais elevada, além de preservar os grânulos de amido mais intactos durante o cozimento, resultando em arroz com textura mais firme.

CONCLUSÃO

Portanto, este estudo demonstrou que existem diferenças nas propriedades dos amidos e farinhas para os diferentes tipos de defeitos dos grãos de arroz comparados com grãos sem defeitos, sendo as diferenças mais intensas nas farinhas. O amido isolado dos grãos ardidos e mofados, amarelos e, picados e manchados apresentaram comportamento nas propriedades de pasta semelhantes aos das amostras sem defeitos, sendo observadas maiores diferenças na farinha de destes grãos. Assim a extração de amido de grãos de arroz com defeitos é uma alternativa para as indústrias alimentícias, podendo-se aproveitar essa matéria prima para o desenvolvimento de algum produto para o consumo humano.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), Univesidade Federal de Pelotas (UFPel); Instituto Federal Farroupilha (IFFarroupilha) e a Empresa Pilleco Nobre Alimentos de Alegrete pelo fornecimento da matéria-prima para análises.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BROOKS, S. A. et al. A neutral mutation in *rc* reverts white-rice-pericarp to red and results in a new, dominant, wild-type allele: Rc-g. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 117, p. 575-580, 2008.
- CHENG, F. M. et al. Differences in cooking and eating properties between chalky and translucent parts in rice grains. **Food Chemistry**, v. 90, p. 39-46, 2005.
- JENG, T. L. et al. Comparisons of protein, lipid, phenolics, γ -oryzanol, vitamin E, and mineral contents in bran layer of sodium azide-induced red rice mutants. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, p. 1459-1465, 2011.
- POLANCO, I. et al. Dieta y enfermedad celíaca. **Alimentaria**, v. 33, p. 91-93, 1995.
- SINGH, N. et al. Characterization of starches separated from Indian chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars **Journal of Food Engineering**, v. 63, p. 441-449, 2004.
- SINGH, N. et al. Morphological, thermal and rheological properties of starches separated from rice cultivars grown in India. **Food Chemistry**, v. 80, p. 99-108, 2003.
- SINGH, N. et al. Physico-chemical, morphological, thermal, cooking and textural properties of chalky and translucent rice kernels. **Food Chemistry**, v. 82, p. 433-439, 2003.
- WANG, L.; & WANG, Y. J. Rice starch isolation by neutral protease and high-intensity ultrasound. **Journal of Cereal Science**, v. 39, n.2, p. 291-296, 2004.
- WANG, Y. J. et al. Properties and structures of flours and starches from whole, broken, and yellowed rice kernels in a model study. **American Association of Cereal Chemists**, v. 79, 2002.
- ZHOU, Z. et al. Effect of rice storage on pasting properties of rice flour. **Food Research International**, v. 36, p. 625-634, 2003.

PREFERÊNCIA E ATITUDE DE COMPRA DE ARROZ AROMÁTICO

Bianca Ávila¹, Aline Pereira³, Angélica Nicoletti², Guilherme Bragança³, Reni Rockenbach², Thais Teixeira⁴, Jander Monks⁵, Moacir Cardoso Elias⁶, Márcia Arocha Gulate⁶

Palavras-chave: arroz Basmati, análise sensorial, comportamento de consumidores

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma cultura de grande importância na alimentação da população mundial. Cultivado em todos os continentes, tem na Ásia a maior concentração de cultivo, com destaque para a China, Índia, Indonésia, Vietnã e Tailândia (FAO, 2015).

Dentre as regiões produtoras destaca-se o sul do País, com os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina representando cerca de 73,5% da produção nacional, fato este considerado um estabilizador para o mercado brasileiro. Uma característica muito importante desses dois estados é o fato do cultivo ser feito quase que exclusivamente na forma irrigada, obtendo produtividade superior à do sequeiro (SOSBAI, 2014).

O mercado brasileiro de arroz é ainda pouco diversificado, e prioriza o consumo de arroz branco polido, parboilizado e integral. Este fato pode ser considerado um indicador de que há espaço para crescimento de outras variedades, como alguns tipos especiais de arroz, como os aromáticos, que ganham destaque principalmente devido sua procura pelo mercado europeu, norte americano e Oriente Médio. O arroz Basmati é o representante mais conhecido, diferindo pouco do arroz 'agulhinha', possui bom rendimento de grãos, após o cozimento produz aroma agradável, é macio, adocicado e levemente alongado, além de possuir grande valor nutritivo.

A preferência por um tipo de arroz é pessoal e relacionada com a tradição de consumo. O consumidor brasileiro prefere o grão longo e translúcido, "tipo agulhinha", de temperatura de gelatinização intermediária a baixa e teor de amilose intermediário a alto (BATTACHARYA e ALI, 1985)

Conscientes da tendência atual de consumidores dispostos a adotar novos produtos e com alto valor nutritivo, algumas indústrias estão realizando investimentos neste sentido, seja pela importação dos produtos desejados pelo mercado, seja na alocação de recursos para pesquisa de novos produtos e sistemas de produção (VIEIRA et al., 2007), tendência a qual pequenos produtores podem se beneficiar em função do elevado valor agregado de produtos como os tipos especiais de arroz. Como as características sensoriais do arroz variam consideravelmente e dependem da aceitação do consumidor, estas devem ser testadas para atender ao mercado (LAWLESS E HEYMANN, 2010).

Os testes afetivos quantitativos são utilizados para avaliar as respostas dos consumidores em relação às suas preferências, gostos, opiniões e características sensoriais dos produtos. O Teste de Preferência é um dos métodos utilizados como esse fim. A preferência é uma expressão do mais alto grau de gostar, é a escolha de um produto sobre outro. É um teste de consumidor que representa o somatório de todas as percepções sensoriais e incluem todos os atributos que diferenciam as amostras ou caracterizam um produto. Avalia-se a preferência do consumidor ao comparar dois ou mais produtos e não fornece medidas de aceitação desse produto (GULATE, 2009).

¹Eng. Agr^a M.Sc. Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas – Av. Eliseu Maciel s/n Caixa Postal 354Cep 96160-000- Campus Capão do Leão. Email: biancaagronomia@yahoo.com.br

²Doutorandas PPG Ciência e Tecnologia de Alimentos– UFPEL

³Mestrandos PPG Ciência e Tecnologia de Alimentos– UFPEL

⁴Graduanda Engenharia Química - Instituto Federal Sul-Rio-Grandense – Campus Pelotas

⁵Professor do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense – Campus Pelotas

⁶Professores PPG Ciência e Tecnologia de Alimentos – UFPEL

Objetivou-se, portanto, avaliar sensorialmente a preferência pelas características: aparência, odor, sabor e preferência global, assim como, a atitude de compra dos consumidores em relação ao arroz aromático Basmati.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial do Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, na Universidade Federal de Pelotas, utilizando grãos de arroz aromático Basmati (*Oriza sativa* L.) tipo 1 de uma marca comercial e grãos de arroz branco não aromático de uma marca comercial do tipo 1 longo-fino (*Oriza sativa* L.).

Participaram da análise sensorial uma equipe não treinada de 50 consumidores de ambos os gêneros, constituídos por estudantes e funcionários da Universidade, todos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e foram informados sobre os procedimentos da pesquisa. Utilizou-se o Teste Afetivo Quantitativo de Preferência através da escala hedônica em relação as características de aparência, odor, sabor e preferência global e sua disposição para comprar o produto através da escala de atitude de compra. A avaliação de preferência global foi apresentada em separado trocando os códigos das amostras.

As amostras (arroz branco não aromático e arroz aromático) foram codificadas com números de três dígitos aleatórios (DUTCOSKI, 1996) e servidas 10g a porção, à temperatura ambiente e em pratos de porcelana branca. O teste foi realizado em cabines individuais, com luz branca, isentas de ruídos e odores, em horário distante 2 horas das principais refeições. Na escala hedônica utilizou-se os termos 1 = desgostei muito e 7 = gostei muito (MEILGAARD et al., 1991) e a intenção de compra foi realizada usando a escala estruturada de 7 pontos na qual 7 representou a nota máxima “certamente compraria” e 1 a nota mínima “certamente não compraria”. O Índice de Aceitabilidade (IA) foi calculado segundo Dutcosky (1996) sendo que, o critério de decisão para o índice ser de boa aceitação é de igual ou superior a 70%.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), teste t e análise multivariada de componentes principais (ACP).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na avaliação hedônica de características das amostras de arroz são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Médias* da avaliação sensorial do arroz não aromático e do arroz aromático Basmati - FAEM/UFPEL, Capão do Leão - RS, 2015

VARIÁVEL	Arroz não aromático	Arroz aromático Basmati
Aparência	5,28±1,16	5,80±1,14
Odor	4,88±0,96	5,74±1,04
Sabor	5,12±0,91	5,34±0,87
Atitude compra	5,44±1,32	5,52±1,28

*Médias das 50 avaliações ± desvio padrão.

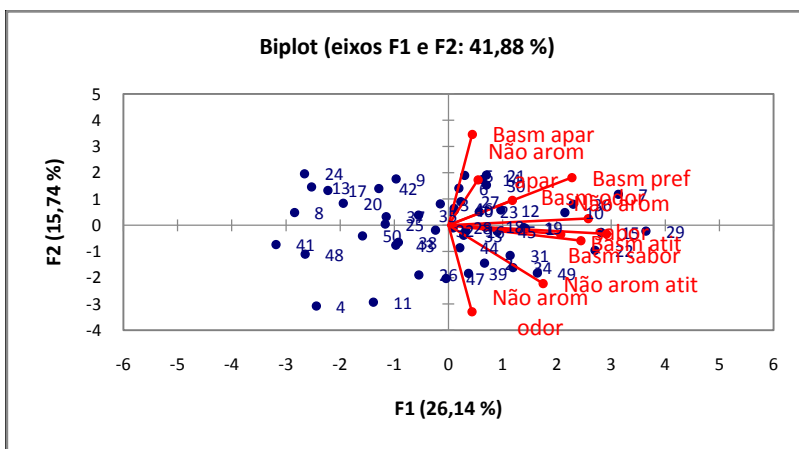
Comparando-se as posições das médias dos escores atribuídos as variedades de arroz na escala estruturada de 7 pontos, verifica-se que as médias para a preferência da aparência e do sabor variaram de 5,12 a 5,8, situando-se próximo ao termo 'gostei' para ambos os arrozes. As médias para o atributo odor foram maiores para o arroz aromático

Basmati, indicando que esse atributo foi percebido positivamente pelos consumidores, já que, o arroz Basmati é considerado o mais aromático do gênero. Segundo Yoshihashi (2006) esse aroma agradável é em virtude de altas concentrações de 2-Acetil-1-Pyrroline.

Com relação à atitude de compra, os consumidores em média, indicaram preferencialmente, o termo 'provavelmente compraria' para o arroz não aromático e aromático, demonstrando que há disposição dos consumidores em variar o tipo de arroz.

No índice de Aceitação do teste afetivo obteve-se 77% para o arroz não aromático e 78% para o arroz aromático Basmati, de acordo com Champagne et al., (2010), para que um produto seja considerado aceito em termos de suas propriedades sensoriais, é necessário que obtenha um índice de aceitabilidade de, no mínimo, 70% e, neste caso, o arroz Basmati obteve boa aceitabilidade.

A preferência e comportamento de consumidores para ambas as variedades está apresentada na figura 1 da Análise dos Componentes Principais.



*Basmapar = Basmati aparência, Basmpref = Basmati preferência, Basmatit = Basmati atitude.

Figura 1. ACP dos consumidores e das características sensoriais para as amostras de arroz não aromático e aromático Basmati.

Na figura 1 de ACP se observa que a análise teve 41,88% de variabilidade dos dados. O grupo de consumidores que avaliavam a preferência das amostras ficaram separados. Já o outro grupo de consumidores que apresentaram correlação com as amostras e com as características apresentaram notas positivas para o eixo de x, ou seja, com termos de "gostei". A mesma preferência quanto à aparência foi identificada pelo arroz não aromático e aromático. Sendo que, os consumidores escolhem o Basmati pelo odor, mas a atitude de comprar é pelo sabor, enquanto o arroz não aromático é escolhido para comprar pelo odor. Isso indica que, a iniciativa de comprar um arroz diferenciado se dá devido ao sabor e não preferencialmente pelo odor.

CONCLUSÃO

Sensorialmente, o arroz aromático Basmati e o arroz branco não aromático receberam valores semelhantes nas características sensoriais.

Apesar de ser uma variedade aromática, o arroz Basmati apresentou preferência semelhante ao não aromático.

Os resultados sinalizam que há aceitação dessa variedade desde que seja despertado o interesse do consumidor para outros aromas/sabores de arroz, sendo um produto diferenciado, mas com um mercado promissor.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Pós Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos, do Departamento de Ciência e Tecnologia, na Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", na Universidade Federal de Pelotas, à Secretaria de Ciência e Inovação Tecnológica do Rio Grande do Sul, através do Programa Pólo de Inovação Tecnológica da Região Sul e a CAPES pela bolsa de pesquisa concedida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Rice Market Monitor (RMM)**, Rome, Italy, 2015. Disponível em: <http://www.fao.org/economic/est/publications/rice-publications/rice-market-monitor-rmm/en/> Acesso em: 01 jun. 2015.
- SOSBAI – Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. **Arroz Irrigado: Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil**, Santa Maria RS, 2014. Disponível em: http://www.irga.rs.gov.br/upload/2014120509532recomendacoes_tecnicas_sosbai_2014.pdf Acesso em: 01 jun. 2015.
- BATTACHARYA, K.R.; ALI, S.Z. Changes in rice during parboiling, and properties of parboiled rice. **Advances in Cereal Science and Technology**, Weinheim, v.3, p.105-167, March, 1985.
- VIEIRA, J. et al. A hibridação no melhoramento genético de arroz irrigado em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v.20, n.2, p.43-46, julho 2007.
- LAWLESS, H.T.; HEYMANN, H.(Ed.). **Sensory evaluation of food - Principles and Practices**. Hardcover: Food Science Text Series, 2010.
- GULARTE, M.A. (Ed.). **Manual de Análise Sensorial de Alimentos**. Pelotas, RS: Ed. Graf. UFPel, 2009.
- DUTCOSKY, S.D.(Ed.) **Análise Sensorial de Alimentos**. Curitiba, PR: Editora Champagnat, 1996.
- MEILGAARD, M. et. al. (Ed.) **Sensory evaluation techniques**. Florida: Press, 1991.
- YOSHIHASHI, T. Quantitative analysis on 2-Acetyl-1-pyrroline of an aromatic rice by stable isotope dilution method and model studies on its Formation during cooking. **Journal of Food Science**, Raleigh, v.67, n.2, p. 619–622, March 2006.
- CHAMPAGNE, E.T. et. al. Important sensory properties differentiating premium rice varieties. **Rice Journal**, Tokyo, v.3,p.270-281, May, 2010.

PRODUÇÃO DE SEMENTE GENÉTICA E BÁSICA DAS CULTIVARES IRGA NAS SAFRAS 2012/13 E 2013/14

Felipe Gutheil Ferreira¹, Athos Dias de Castro Gadea², Flávia Miyuki Tomita³

Palavras-chave: Pureza genética, qualidade, multiplicação.

INTRODUÇÃO

O trabalho de purificação e de manutenção da pureza genética e física de cultivares é de suma importância para a manutenção de um genótipo ao longo dos anos no mercado, caso contrário poderá ocorrer a perda das suas características genéticas. Portanto, a renovação a cada ano, tanto de novos como de antigos genótipos deve ser realizada a partir de panículas de plantas matrizes, que detenham em sua totalidade os atributos genéticos específicos da cultivar a ser multiplicada. Nesse processo inicial de multiplicação, toda e qualquer planta atípica, que não detenha as características da cultivar reproduzida, deve ser eliminada, visando obter-se a máxima padronização genética em um campo de sementes.

O Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) realiza anualmente a multiplicação de semente genética e básica das suas cultivares, visando fornecer material genético aos produtores de semente certificada de arroz para a multiplicação nas categorias de semente certificada de primeira geração (C1) e de semente certificada de segunda geração (C2). Com isso, é possível ao longo os anos manter a pureza genética e física das suas cultivares, garantindo a qualidade do material ofertado aos multiplicadores de sementes, que posteriormente, ofertam este insumo aos orizicultores do Rio Grande do Sul (RS) e do Brasil. Diante do exposto, esse trabalho tem por objetivo apresentar os resultados do projeto de produção de semente genética e básica do IRGA nos anos agrícolas de 2012/13 e 2013/14.

MATERIAL E MÉTODOS

A produção de semente genética das cultivares IRGA foi realizada na Estação Experimental do IRGA em Cachoeirinha, RS, em duas gerações. A primeira geração é realizada no que se denomina multiplicação pelo sistema panícula por linha. Nesse caso, os genótipos foram conduzidos separadamente, ou seja, cada panícula foi debulhada manualmente e armazenada separadamente. Cada panícula foi semeada em uma linha de três metros de comprimento, com espaçamento entre linhas de 30 cm. Nos anos agrícolas de 2012/13 e 2013/14 foram semeadas de 30 a 300 panículas de cada genótipo, sendo o isolamento entre estes de quatro metros, visando evitar o fluxo gênico entre materiais. Quando foi identificada alguma planta atípica nas linhas de produção, realizou-se a eliminação de toda a linha, visando garantir a colheita de sementes originadas de panículas que formaram plantas homogêneas, com as mesmas características fenotípicas do material reproduzido. Após a coleta das panículas realizou-se a colheita massal da semente genética do sistema panícula por linha. As sementes, resultado da colheita massal, foram semeadas nas áreas de multiplicação de semente genética de segunda geração.

Na produção de semente genética de segunda geração, utilizou-se o sistema de transplante de mudas, também realizado na Estação Experimental do IRGA de Cachoeirinha.

As áreas para transplante foram todas sistematizadas em cota zero, sendo o preparo do solo realizado no sistema convencional. As áreas de plantio nas safras 2012/13 e 2013/14

¹ Eng. Agrônomo, M.Sc., Instituto Rio Grandense do Arroz, felipe-ferreira@irga.rs.gov.br.

² Eng. Agrônomo Instituto Rio Grandense do Arroz.

³ Eng. Agrônomo Instituto Rio Grandense do Arroz.

variaram entre 0,15 ha a 0,80 ha, sendo definida de acordo com a demanda de mercado de cada cultivar. O manejo utilizado para o controle de pragas e doenças, bem como da adubação das áreas foi realizado de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do arroz irrigado no sul do Brasil (SOSBAI, 2012). Visando garantir a pureza varietal da semente genética, através da retirada de possíveis plantas atípicas das áreas de produção, foram realizadas vistorias semanais em cada área. Estas iniciaram no estágio vegetativo e finalizaram na pré-colheita.

A produção de semente básica foi realizada na unidade do IRGA de Uruguaiana, sendo feita no sistema com produtores cooperantes, por meio de contratos específicos e selecionados por critérios estabelecidos pelo IRGA e pelas normas de produção de sementes do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Nesse sistema de produção, os técnicos do IRGA da Seção de Sementes e dos Núcleos de Assistência Técnica e Extensão Rural são os responsáveis pela produção, vistorias dos campos de sementes, acompanhamento do beneficiamento, além de realizar as coletas de amostras nas unidades de beneficiamento de sementes (UBS) do cooperante, para o envio das mesmas aos laboratórios de análises de sementes (LAS) do IRGA. O processo de análise de qualidade das sementes nos LAS do IRGA é todo realizado conforme metodologia das regras de análises de sementes (BRASIL, 2009). Caso o lote de semente básica obtenha os padrões mínimos de qualidade estabelecidos conforme Instrução Normativa nº 45 de 2013 do MAPA, este lote recebe o certificado de semente, caso contrário, o mesmo é destinado para uso industrial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de sementes de alta qualidade exige um trabalho contínuo e repetitivo ao longo dos anos. No modelo apresentado nesse trabalho são necessárias ao menos três safras agrícolas para que a semente básica possa ser fornecida ao produtor de sementes, que então, irá multiplicar as demais categorias como C1, C2 ou até mesmo sementes não certificadas S1 e S2. Isso demonstra que a obtenção de sementes de alta qualidade exige o cumprimento de diversas etapas em seu processo produtivo ao longo dos anos, tanto nos campos de produção, como nas unidades de beneficiamento de sementes.

Diante do exposto, observa-se na Tabela 1 os genótipos, o número de panículas coletadas por genótipo e suas respectivas produções de semente genética de primeira geração (sistema panícula por linha) realizada na Estação Experimental do IRGA de Cachoeirinha nas safras de 2012/13 e 2013/14. Percebe-se nesta Tabela o aumento da produção de sementes das cultivares IRGA 424 e IRGA 424RI no último ano agrícola apresentado. Isso é resultado do maior interesse dos produtores de sementes certificadas pelo uso da cultivar IRGA 424 e também pela elevada demanda apresentada devido ao lançamento da cultivar IRGA 424 RI. Nota-se também a multiplicação de algumas linhagens, sendo este um procedimento padrão neste sistema de produção. Caso ocorra o lançamento de alguns destes genótipos o processo de multiplicação de semente genética da futura cultivar encontra-se adiantado, o que reduz o tempo do seu lançamento até a chegada da semente em quantidade adequada ao mercado.

Tabela 1. Genótipos multiplicados, número de panículas coletadas e produção de semente genética no sistema de panícula por linha, produzidas na Divisão de Pesquisa do IRGA, em Cachoeirinha, RS. Safras 2012/13 e 2013/14

Genótipo	Safras			
	2012/13		2013/14	
	Nº Panículas	Produção de Sementes (kg)	Nº Panículas	Produção de Sementes (kg)
BR/IRGA 409	90	30	162	58
BR-IRGA 410	90	30	108	49
BR-IRGA 414	60	14	36	10
IRGA 416	60	20	36	14
IRGA 417	120	18	108	37
IRGA 418	60	32	36	15
IRGA 419	60	0	0	0
IRGA 420	60	0	0	0
IRGA 421	60	15	108	38
IRGA 422 CL	120	60	54	13
IRGA 423	150	75	54	2
IRGA 424	300	120	324	152
IRGA 424 RI	0	0	540	190
IRGA 425	300	140	108	38
IRGA 426	120	50	108	39
IRGA 427	60	18	54	6
IRGA 428	150	70	162	38
IRGA 429 (L. 3217)	06	3,5	126	0
IRGA 430 (L. 3476)	15	11	162	75
Linhagem IRGA 3167	06	4,0	0	0
Linhagem IRGA 3220	06	3,5	0	0
Linhagem IRGA 2694	06	5	0	0
Linhagem IRGA 3416	15	17	0	0
EEA 406	60	16	54	9
Total	1.974	752	2.340	783

Após a realização da colheita massal na área de produção de semente no sistema de panícula por linha, este material é então multiplicado no sistema de produção de semente genética de segunda geração (transplante de mudas), dados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Cultivares multiplicadas, áreas semeadas e produção de semente genética no sistema de transplante de mudas na Divisão de Pesquisa do IRGA em Cachoeirinha, RS. Safras 2012/13 e 2013/14.

Cultivar/Linhagem	Safras			
	2012/13		2013/14	
	Área (ha)	Produção (kg)	Área (ha)	Produção (kg)
BR/IRGA 409	0,35	2.040	0,25	1.320
BR-IRGA 410	0,12	680	0,1	400
IRGA 417	0,38	2.000	0,25	1.240
IRGA 421	0,15	680	0,15	720
IRGA 423	0,18	0	0,1	320
IRGA 424	0,26	2.040	0,3	0
IRGA 424 RI	0	0	0,65	3.840
IRGA 425	0,36	2.600	0,35	1.880
IRGA 426	0,50	4.280	0,35	1.640
IRGA 427	0,55	3.080	0,15	280
IRGA 428	0,80	5.880	0,4	2.360
Total	3,65	23.280	3,05	14.000

A redução de genótipos nesta Tabela, quando comparada à Tabela 1, ocorre devido a seleção mais rigorosa quanto às cultivares que devem ser multiplicadas, principalmente em

relação à demanda de mercado pelas cultivares IRGA. Mesmo critério utiliza-se para definição de quais cultivares serão produzidas no sistema de produção de semente básica.

A Tabela 2 mostra que o início da produção de semente genética de segunda geração da cultivar IRGA 424 RI ocorreu na safra 2013/14, tendo em vista o seu lançamento recente. Também se observa que não houve a produção de sementes de algumas cultivares plantadas, como IRGA 423 na safra 2012/13 e IRGA 424 na safra 2013/14. Tal decisão ocorreu porque estas sementes não apresentaram o padrão de qualidade almejado pela equipe de pesquisadores da Seção de Sementes do IRGA. A maior produção observada na Tabela 3 ocorre, pois, a quantidade de semente básica colhida pelo IRGA é fornecida via edital público aos produtores de sementes certificadas C1 e C2 e também aos produtores de sementes S1 e S2 (no caso das cultivares de domínio público). As baixas produções apresentadas em função das áreas semeadas, Tabela 3, ocorrem porque o IRGA beneficia sua semente básica em quantidades planejadas conforme as reservas dos produtores licenciados.

Tabela 3. Cultivares multiplicadas, áreas semeadas e produção de semente básica realizada no IRGA de Uruguaiana, RS. Safra 2012/13 e 2013/14.

Cultivar	Safras			
	2012/13		2013/14	
	Área (ha)	Produção (kg)	Área (ha)	Produção (kg)
BR/IRGA 409	0	0	26	124.000
IRGA 417	22,7	60.800	0	0
IRGA 424	36,4	128.000	39	154.000
IRGA 424 RI	0	0	21	99.200
IRGA 426	39,5	120.000	20	64.000
IRGA 428	17	96.000	11	40.000
IRGA 429*	0	0	20	24.000
Total	115,6	404.800	137,0	505.200

* Categoria C1.

Em algumas cultivares da Tabela 3, percebe-se não haver área semeada em determinadas safras. Quanto às cultivares IRGA 424 RI e IRGA 429, por serem cultivares recentemente lançadas pelo IRGA, o primeiro ano de multiplicação de semente básica ocorreu na safra 2013/14. Quanto a cultivar IRGA 417 optou-se por utilizar por dois anos consecutivos a semente básica produzida na safra 2012/13, visto a alta qualidade destes lotes e também à pouca demanda por esta cultivar. Decisão semelhante foi realizada quanto a não produção de semente básica da cultivar BR/IRGA 409 na safra 2012/13.

CONCLUSÃO

O fornecimento de sementes de arroz irrigado de alta qualidade depende de um processo contínuo e repetitivo ao longo dos anos. Nesse contexto a produção de semente genética e básica das cultivares IRGA busca atender a demanda de mercado dos produtores de semente, fato evidenciado, principalmente, pelo aumento da produção de semente básica da cultivar IRGA 424 e pelo lançamento da cultivar IRGA 424 RI.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa N° 45 de 2013**. Brasília, DF: MAPA/DAS/CSM, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análises de sementes**. Brasília, DF: Secretaria de Defesa Agropecuária. 2009. 399 p.

SOCIEDADE SUL BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz Irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Itajaí, SC, 2012, 179 p.

PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE SEMENTE CERTIFICADA DAS CULTIVARES EPAGRI SAFRAS 2012/13 e 2013/14

Gabriela Neves Martins¹; Moacir Antonio Schiocchet²;

Palavras-chave: arroz irrigado; semente; Epagri

INTRODUÇÃO

A produção, distribuição e uso de sementes melhoradas é um dos segmentos fundamentais nos elos da cadeia produtiva do agronegócio. Este segmento exige contínuo aprimoramento, com atuante e permanente esquema de controle de qualidade à semelhança de toda cadeia produtiva (Nakagawa, 2014).

O sistema de produção e certificação de sementes tem por objetivo disponibilizar material de multiplicação com garantia de identidade e qualidade, atendendo aos padrões e as normas específicas estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), através da Lei Federal 10.711 (05/08/2003), regulamentada pelo Decreto 5.153 (23/07/2004), a Instrução Normativa 09 (02/06/2005) e a Instrução Normativa 45 (17/09/2013).

A semente certificada de arroz irrigado das cultivares Epagri em Santa Catarina é produzida por agricultores com Renasem junto ao Mapa e afiliados a Associação Catarinense de Produtores de Semente de Arroz Irrigado (Acapsa). A certificação é realizada por três entidades credenciadas pela Acapsa: Agroás, Casa Agrícola Dal-Toé e Detepplan. A análise laboratorial é realizada no Laboratório de Análise de Sementes ADV, localizado no Município de Chapecó/SC.

Em Santa Catarina, a Acapsa estabeleceu entre seus associados apenas a produção de semente certificada (C1 e/ou C2), excluindo as categorias S1 e S2, de forma a oferecer semente de melhor qualidade.

O objetivo deste trabalho foi relatar a produção e comercialização de semente certificada das cultivares Epagri em Santa Catarina na safra 2012/13 e 2013/14.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados analisados foram extraídos do Mapa de produção e comercialização de sementes (Anexo XXIX) da Instrução Normativa 09 (normas para produção, comercialização e utilização de sementes), referente as safras 2012/13 e 2013/14, de cada produtor credenciado para produção de sementes das cultivares Epagri em Santa Catarina. E os resultados foram organizados por ordem no Registro Nacional de Cultivares (RNC).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 1 e 2 apresentam os dados da produção de semente certificada das cultivares Epagri nas safras 2012/13 e 2013/14. Considerando a semeadura com 120 kg/ha, a quantidade de semente comercializada nestas safras, seria possível semear aproximadamente 216 mil e 197 mil hectares de arroz irrigado, respectivamente. Quantidade esta, suficiente para atender toda a área de arroz de Santa Catarina e ainda tem um excedente para vender a outros estados. Considerando a média das duas safras, 67% da semente foi comercializada em Santa Catarina e o restante em outros Estados produtores de arroz (RS, GO, MS, PR, MA, entre outros). A cultivar mais comercializada em ambas as safras foi a Epagri 109.

¹ Eng-Agr., Dra., Epagri/Estação Experimental de Itajaí. gabrielamartins@epagri.sc.gov.br

² Eng-Agr., Dr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí.

Tabela 1. Área semeada, área aprovada, taxa de aprovação de área, produção e comercialização (t) de semente certificada das cultivares da Epagri na safra 2012/2013.

CULTIVAR	Safrá 2012/2013 – Semente certificada C1 e C2					
	Área Semeada (ha)	Área aprovada (ha)	Taxa de Aprovação (%)	Quantidade certificada (t)	Quantidade comercializada (t)	% comercializada
Epagri 106	33,7	28,7	85,2	146,64	146,64	0,6
Epagri 108	555,9	476,3	85,7	3.115,86	2.994,87	11,6
Epagri 109	1.105,8	1.025,3	92,7	6.460,56	6.044,68	23,4
SCS 112	152,1	140,3	92,2	860,61	832,65	3,2
SCSBRS Tio Taka	888,9	816,6	91,9	4.776,53	4.393,17	17,0
SCS 114 Andosan	411,5	376,1	91,4	2.129,41	2.097,64	8,1
SCS 115 CL	20,0	20,0	100,0	83,19	83,19	0,3
SCS116 Satoru	711,8	596,4	83,8	3.560,97	3.451,32	13,4
SCS117 CL	940,0	788,5	83,9	4.550,12	4.442,51	17,0
SCS118 Marques	251,3	232,2	92,4	1.636,6	1.392,0	5,4
TOTAL	5.071,0	4.500,4	88,7	27.320,46	25.878,60	100,0

Tabela 2. Área semeada, área aprovada, taxa de aprovação de área, produção e comercialização (t) de semente certificada das cultivares da Epagri na safra 2013/2014.

CULTIVAR	Safrá 2013/2014 – Semente certificada C1 e C2					
	Área Semeada (ha)	Área aprovada (ha)	Taxa de Aprovação (%)	Quantidade certificada (t)	Quantidade comercializada (t)	% comercializada
Epagri 106	39,5	37,0	93,7	200,72	198,30	0,8
Epagri 108	510,9	491,9	96,3	3.084,34	2.637,57	11,2
Epagri 109	963,5	907,5	94,2	4.904,86	4.538,45	19,2
SCS 112	152,4	148,4	97,4	897,22	655,35	2,8
SCSBRS Tio Taka	665,4	612,8	92,1	3.407,73	3.082,61	13,1
SCS 114 Andosan	313,4	294,4	93,9	1.765,16	1.544,13	6,5
SCS 115 CL	14,0	14,0	100,0	49,78	49,78	0,2
SCS116 Satoru	762,2	703,4	92,3	4.470,37	4.215,45	17,9
SCS117 CL	747,9	666,5	89,1	3.592,29	3.524,27	14,9
SCS118 Marques	718,4	691,6	96,3	3.918,96	3.144,04	13,4
TOTAL	4.887,6	4.567,5	93,5	26.285,41	23.589,93	100,0

As porcentagens de sementes de cada cultivar comercializada em SC e fora do Estado estão apresentadas nas figuras 1 e 2. No geral, a maior quantidade de semente de cada cultivar foi comercializada em SC, com exceção da cultivar Epagri 108 que foi mais comercializada fora do Estado em ambas as safras e da SCS 114 Andosan na safra 2013/14.

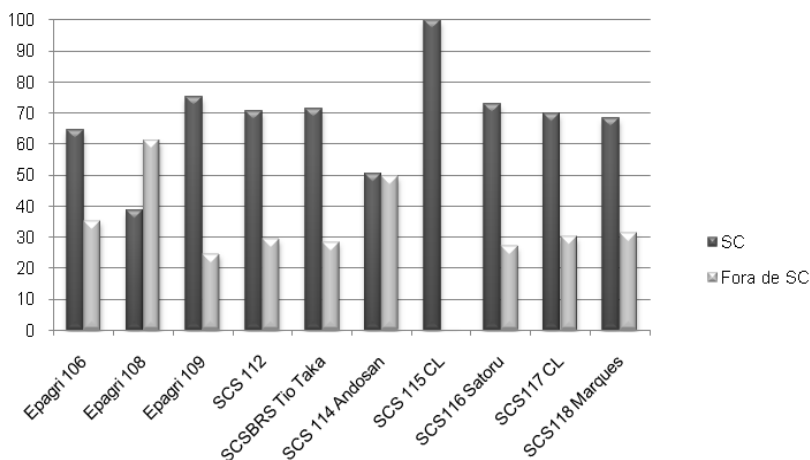


Figura 1 – Porcentagem de semente de arroz irrigado de cada cultivar da Epagri comercializada em Santa Catarina e fora de SC, safra 2012/13.

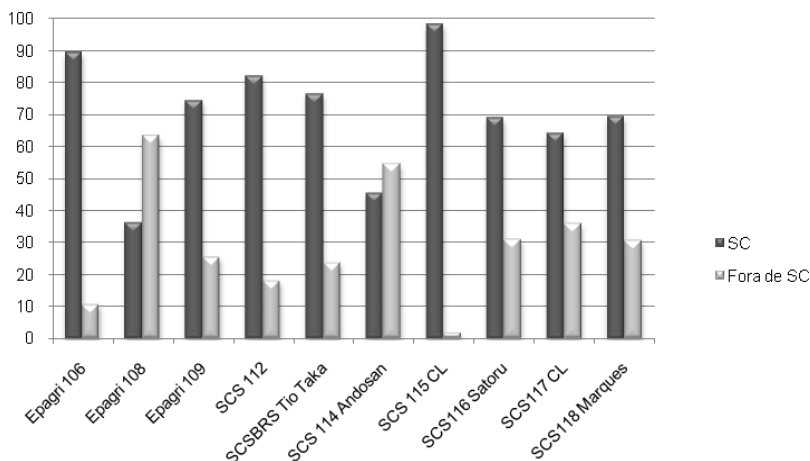


Figura 2 – Porcentagem de semente de arroz irrigado de cada cultivar da Epagri comercializada em Santa Catarina e fora de SC, safra 2013/14.

CONCLUSÃO

A Epagri e a Acapsa tem disponibilizado no mercado semente certificada em quantidades suficientes para atender a demanda dos produtores catarinenses e o excedente, em média 33%, tem sido comercializado em outras regiões produtoras de arroz.

As cultivares mais comercializadas foram Epagri 109, SCSBRS Tio Taka, SCS117 CL e SCS116 Satoru.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos os produtores de sementes e aos certificadores da Associação Catarinense dos Produtores de Sementes de Arroz Irrigado pelo bom trabalho de parceria com a Epagri; e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do estado de Santa Catarina – Fapesc (processo 6946/2011-9) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (processo 562451/2010-2), pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NAKAGAWA, J. Os componentes de produtividade de Sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 15-21, 2014.

PROPRIEDADES DE COCÇÃO DE MARCAS COMERCIAIS DE ARROZ BRANCO POLIDO]

[Taiane Medeiro Ciocheta¹; Tiago André Kaminski²; Adriane Lettnin Roll Feijó³]

Palavras-chave: [grãos, absorção de água, pH, resíduos, turbidez.]

INTRODUÇÃO

[O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma das fontes alimentares mais importantes para a população mundial, atendendo a cerca de 20% das necessidades diárias em calorias e 14% em proteínas (FERREIRA & VILLAR, 2004). Seu principal constituinte, o amido, é responsável pelo valor energético, mas o arroz também apresenta proporções menores proteínas, lipídeos, fibras, minerais e vitaminas (WALTER et al., 2008). O amido é um carboidrato composto por cadeias de amilose (fração linear) e amilopectina (fração ramificada) em proporções variáveis que dependem principalmente do genótipo da cultivar e determinam suas propriedades culinárias (PEREIRA, 2009).

Em nível mundial, a principal forma de consumo do arroz é na forma de grãos, restando apenas uma pequena quantidade que é consumida como ingrediente de produtos processados. Dos consumidores brasileiros, cerca de 95% consomem arroz pelo menos em uma refeição por semana, sendo que 70% do consumo é na forma de grãos de arroz polido (ELIAS, 2007). Mesmo sendo um alimento consumido diariamente pela população brasileira, há certa carência de informações no meio científico sobre a avaliação de características culinárias do arroz quando submetido à cocção.

Neste sentido, o trabalho se propôs a avaliar as propriedades de cocção de dez marcas comerciais de arroz branco polido, comercializadas em mercados do Rio Grande do Sul.]

MATERIAL E MÉTODOS

[Amostras e condução do experimento: amostras de arroz do grupo beneficiado, subgrupo polido, classe longo fino e tipo 1 foram adquiridas em mercados das cidades de Santa Maria/RS e Itaqui/RS no mês de março de 2014. A aquisição considerou três repetições de cada marca, mesmo lote e data de fabricação nas embalagens. As amostras receberam códigos de identificação (números de 1 a 10) visando preservar as marcas comerciais (Tabela 1). Os ensaios foram conduzidos nos laboratórios de Processamento de Alimentos e de Química da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), campus Itaqui, Rio Grande do Sul.

Propriedades de cocção: com base na metodologia proposta por Zhou et al. (2007), 2 g de arroz foram pesados em tubo do tipo falcon, adicionados de 20 mL de água destilada e incubados em banho-maria a 95 °C por 30 minutos. Após o período de incubação e resfriamento em gelo por 10 minutos, quantificou-se a água residual (não absorvida) em proveta de 20 mL e determinou-se a absorção de água dos grãos (mL.g⁻¹). A água residual foi transferida para recipiente plástico com tampa, onde se mensurou o pH e do qual se transferiu 1 mL para cadinho de porcelana previamente pesado, que foi mantido em estufa a 105 °C até peso constante para quantificação dos resíduos na água de cocção (mg.mL⁻¹). O pote com a água residual foi mantido a 4 °C e, após 16 horas de repouso, leu-se a turbidez em espectrofotômetro a 600 nm, utilizando água destilada como branco.

Análise estatística: os dados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de significância, através dos softwares

¹ Graduanda do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa – campus Itaqui, Rua Luiz Joaquim de Sá Brito s/n, Bairro Promorar, Itaqui/RS, Brasil, 97650-000. E-mail: taianeciochetta@hotmail.com.

² Doutor, Universidade Federal do Pampa – campus Itaqui.

³ Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa – campus Itaqui.

Statística 8.0 (STATSOFT, 2007) e Genes (CRUZ, 2013), além do aplicativo Microsoft Office Excel®.

Tabela 1. Informações das amostras de arroz avaliadas.

Amostra	Proveniência	Lote	Data de fabricação	Data de validade
1	Pelotas/RS	28DEZ14 01A	17/02/2014	17/02/2015
2	Itaqui/RS	120115	12/03/2014	12/01/2015
3	São Borja/RS	MT T1 00AFD	10/03/2014	02/03/2015
4	Capão do Leão/RS	CL 09201414	28/02/2014	28/02/2015
5	Santa Maria/RS	02 14	02/02/2014	02/10/2014
6	Camaquã/RS	021L3CAM4		dez/14
7	Alegrete/RS	09 M08 M	27/02/2014	27/11/2014
8	Camaquã e Bagé/RS	D1L/0814 CCB	17/02/2014	17/02/2015
9	Nova Santa Rita/RS	50214	24/02/2014	24/02/2015
10	Itaqui/RS	36	05/03/2014	06/10/2014

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros obtidos na avaliação das propriedades de cocção do arroz, descritos na Tabela 2, são considerados indicadores da qualidade culinária do cereal, que deve ser confirmada através de testes de cocção.

Tabela 2. Propriedades de cocção das amostras de arroz.

Amostra	Absorção de água	pH na água de cocção	Resíduos na água de cocção	Turbidez na água de cocção
	mL.g ⁻¹		mg.mL ⁻¹	a 600 nm
1	3,91 ± 0,29 ^A	7,65 ± 0,15 ^A	3,23 ± 0,25 ^B	0,53 ± 0,10 ^A
2	3,82 ± 0,14 ^A	7,24 ± 0,10 ^B	3,73 ± 0,21 ^A	0,67 ± 0,08 ^A
3	3,65 ± 0,14 ^B	7,11 ± 0,06 ^C	2,93 ± 0,32 ^B	0,52 ± 0,07 ^A
4	3,49 ± 0,01 ^B	6,85 ± 0,06 ^D	2,67 ± 0,15 ^B	0,29 ± 0,11 ^B
5	3,49 ± 0,01 ^B	6,70 ± 0,04 ^E	3,10 ± 0,44 ^B	0,27 ± 0,02 ^B
6	3,83 ± 0,15 ^A	6,58 ± 0,03 ^F	3,43 ± 0,32 ^B	0,40 ± 0,06 ^B
7	3,49 ± 0,01 ^B	6,57 ± 0,01 ^F	4,17 ± 0,76 ^A	0,43 ± 0,10 ^B
8	3,66 ± 0,38 ^B	6,56 ± 0,04 ^F	3,20 ± 0,10 ^B	0,32 ± 0,05 ^B
9	3,65 ± 0,14 ^B	6,46 ± 0,03 ^F	4,07 ± 0,60 ^A	0,57 ± 0,11 ^A
10	4,00 ± 0,25 ^A	6,52 ± 0,01 ^F	3,67 ± 0,81 ^A	0,59 ± 0,07 ^A

Valores numéricos expressos como média ± desvio padrão seguidos por letras que indicam diferença estatística significativa em nível de 5% pelo teste de Scott-Knott entre as médias das colunas.

Os valores médios de absorção de água variaram de 3,49 a 4,00 mL.g⁻¹, para as amostras 7 e 10, respectivamente. Os grãos das amostras 1, 2, 6 e 10 apresentaram valores de absorção de água significativamente ($P < 0,05$) superiores às demais amostras (Tabela 2).

Durante o cozimento, os grãos ficam embebidos em água que, à medida que aumenta a temperatura, são formadas rachaduras transversais e ocorre a absorção de água (GULARTE, 2012). A absorção de água pelo arroz é relacionada às variedades deste cereal, com maior grau de absorção de água para as variedades de grãos longos em relação às de grãos curtos (BIENVENIDO et al., 1964). A água é inicialmente absorvida nos espaços de ar entre os grânulos que compõem os amiloplastos, seguida da combinação com macromoléculas através de ligações fracas e retenção física (GULARTE, 2012). Como as amostras pertencem à classe de grãos longo fino, as diferenças constatadas na absorção de água podem estar relacionadas à proporção de amilose/amilopectina, diretamente relacionada com maior dificuldade de hidratação, embora com maior capacidade de retenção da água absorvida (MARTINEZ & CUEVAS-PEREZ, 1989). No entanto, uma menor absorção de água não representa necessariamente que os grânulos de amido do arroz tenham menor capacidade de reter água, visto que estes podem ter sofrido alterações estruturais que os tornam mais resistentes à entrada de água por um

determinado período de tempo e temperatura (ZHOU et al., 2007).

Os valores de pH na água de cocção variaram de 6,46 a 7,65, nas amostras 9 e 1, respectivamente. O maior valor de pH ocorreu na água de cocção da amostra 1, enquanto que nas amostras 6, 7, 8, 9 e 10 observaram-se menores valores de pH ($P<0,05$) (Tabela 2).

Menores valores de pH na água de cocção indicam maior acidez na água de cocção, que é uma característica do processo de envelhecimento do arroz, no qual ocorrem reações de oxidação em alguns constituintes e hidrólise dos triglicerídeos em ácidos graxos (SODHI et al., 2003; ZHOU et al., 2007). Desta forma, o pH é normalmente inversamente correlacionado à maior qualidade culinária.

Os valores dos resíduos na água de cocção tiveram uma variação de 2,67 a 4,17 mg.mL⁻¹, para as amostras 4 e 7, respectivamente. O agrupamento estatístico ($P<0,05$) separou as amostras em um grupo com menor (amostras 1, 3, 4, 5, 6 e 8) e outro com maior quantidade de resíduos na água de cocção (amostras 2, 7, 9 e 10) (Tabela 2).

A incidência de resíduos na água de cocção do arroz resulta da desintegração dos grãos durante o processo de cozimento. A perda de sólidos dos grãos para a água de cocção é tida como determinante da qualidade de cocção do arroz, visto que os resíduos promovem a pegajosidade entre os grãos, prejudicando características sensoriais apreciadas pelos consumidores. Os resíduos podem ser constituídos de qualquer componente dos grãos de arroz, principalmente das partes danificadas e mais solúveis. Neste sentido, melhores características culinárias dependem da ocorrência de alterações estruturais que promovam maior interação entre os componentes do grão, reduzindo a solubilidade de amido e proteínas e, consequentemente, a lixiviação destes compostos para a água de cocção (SODHI et al., 2003; ZHOU et al., 2007).

A turbidez na água de cocção, medida através da absorbância, é um parâmetro que indica a concentração de substâncias dissolvidas e em suspensão na água de cocção do arroz. Desta maneira, está relacionada à quantidade dos resíduos na água de cocção. De acordo com a Tabela 2, os valores de turbidez variaram de 0,27 a 0,67, nas amostras 5 e 2, respectivamente. Novamente, o agrupamento estatístico ($P<0,05$) separou as amostras em dois grupos, com cinco amostras cada: de menor (4, 5, 6, 7 e 8) e de maior turbidez na água de cocção (1, 2, 3, 9 e 10).

O conjunto dos resultados sugere que a amostra 4 tem melhores características culinárias, de acordo com a preferência geral do consumidor brasileiro, pois apresentou menor absorção de água, ou seja, maior resistência dos grãos à hidratação; além de baixo valor de pH, resíduos e turbidez na água de cocção (Tabela 2). Através do mesmo raciocínio, podem-se prever piores características culinárias para as amostras 2 e 10, pelo menos nos produtos comercializados no mês de março de 2014.]

CONCLUSÃO

[Os resultados obtidos destacam aspectos culinários importantes ao consumidor de arroz e demonstram diferenças nas propriedades de cocção de marcas comerciais de arroz. O parâmetro de pH da água de cocção apresentou maior diferenciação entre as amostras avaliadas.]

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIENVENIDO, O. J. et al. Studies on the physicochemical properties of rice. **Agricultural and Food Chemistry**, Philippines, v. 12, n. 2, p. 131-138, 1964.

CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, PR, v.35, n.3, p.271-276, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.21251>> Acesso em: 20 de jan. de 2015.

ELIAS, M. C. **Pós colheita de arroz**: secagem, armazenamento e qualidade. Pelotas, RS: Editora e Gráfica Universitária da UFPel, 2007.

FERREIRA, C. M.; VILLAR, P. M. Aspectos da produção e do mercado de arroz. **Informe agropecuário da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais**, Belo Horizonte, MG, v. 25, n. 222, p. 11-18, 2004.

GULARTE, M. A. Avaliação sensorial no controle de qualidade de arroz. In: ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M.; VANIER, N. L. (Org.). **Qualidade de arroz da pós-colheita ao consumo**. Pelotas, RS: Editora e Gráfica Universitária da UFPel, 2012. p.193-212.

MARTÍNEZ, C.; CUEVAS-PEREZ, F. **Evaluación de la calidad culinária y molinera del arroz**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1989.

PEREIRA, J. A. Comparação entre características agrônômicas, culinárias e nutricionais em variedades de arroz branco e vermelho. **Revista Caatinga**, Mossoró, RN, v. 22, n. 1, p. 243-248, 2009.

SODHI, N. S. et al. Changes in physico-chemical, thermal, cooking and textural properties of rice during aging. **Journal of Food Processing and Preservation**, Malden, v. 27, n. 5, p. 387-400, 2003.

STATSOFT. **Statistica**: data analysis software system. Versão 8.0. StatSoft Inc.: Tulsa, 2007.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. Arroz: composição e características nutricionais. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 38, n. 4, p. 1184-1192, 2008.

ZHOU, Z. et al. Effect of storage temperature on cooking behaviour of rice. **Food Chemistry**, Oxford, v. 105, n. 2, p. 491–497, 2007.]

[

PROPRIEDADES DO AMIDO ISOLADO DE GRÃOS DE ARROZ BENEFICIADO POLIDO COM DEFEITOS

Anderson Ely¹; Lanes Acosta²; Lieser Luan Alves Cabreira³; Moacir Cardoso Elias⁴; Elton Pilar Medeiros⁵; Ricardo Tadeu Paraginski⁶

Palavras-chave: arroz; amido; defeitos; qualidade; tecnologia

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, considerado alimento básico para mais de 60% da população mundial. O maior consumo é na forma de arroz cozido, e uma pequena quantidade é utilizada como ingredientes em alimentos processados ou em outras aplicações industriais. Durante a secagem e o armazenamento por longos períodos de tempo, os grãos de arroz podem ser afetados por diferentes tipos de alterações químicas, físicas e biológicas, as quais podem afetar a qualidade de cocção e de consumo do arroz. Os defeitos que ocorrem nos grãos de arroz podem reduzir sua aceitabilidade, conforme descrito por Martin & Fitzgerald (2002) e Zhou et al. (2003), a presença de grãos verdes e gessados afeta negativamente a aceitabilidade do consumidor e, em trabalho realizado por Singh et al. (2003), teores superiores a 2% dos grãos causam a rejeição do produto. Desta forma as indústrias alimentícias separam esses grãos durante o seu processamento, sendo considerado um produto de baixo valor agregado. Similarmente ao que acontece com os grãos quebrados, esses produtos são destinados ao consumo animal ou para produção de derivados. Uma das formas de agregar valor aos grãos de arroz com defeitos é a extração de amido, pois este pode ser menos afetado comparado com a farinha obtida de grãos com defeitos. Assim, o trabalho teve como objetivo avaliar o rendimento de extração e o teor de amilose, cristalinidade, poder de inchamento, solubilidade e morfologia dos grânulos dos defeitos separados dos grãos de arroz beneficiado polido.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados grãos de arroz beneficiado polido, inteiros, obtidos da indústria Pilleco Nobre Alimentos, de Alegrete. Os grãos com defeitos foram separados de acordo com a Instrução Normativa MAPA Nº 06 de 16 de fevereiro de 2009, por classificador registrado junto ao MAPA com Carteira de Classificador EAC 1.867, até obtenção de 350 gramas de amostra de cada defeito. Os defeitos identificados foram: ardidos, amarelos, picados, manchados, rajados, verdes e gessados. Após a separação dos defeitos, os foram moídos em moinho Perten 3110, até partículas de tamanho de 70 mesh (0,211mm) para extração do amido e para determinação dos parâmetros viscoamilográficos.

Extração do amido: A extração de amido dos grãos de arroz foi baseada no método descrito por Wang & Wang (2004), com algumas modificações. O rendimento de extração foi calculado considerando o peso inicial dos grãos utilizados para extração.

Teor de amilose: O teor de amilose foi determinado por método colorimétrico com iodo, conforme método de McGrane et al. (1998), com modificações sugeridas por Hoover & Ratnayake (2000).

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Agrícola do Instituto Federal Farroupilha/Univesidade Federal do Pampa, RS 377, Km 27, Passo Novo, Alegrete, CEP: 97555-000, E-mail: ricardo.paraginski@iffarroupilha.edu.br

² Acadêmica do Curso de Engenharia Agrícola do Instituto Federal Farroupilha/Univesidade Federal do Pampa.

³ Acadêmica do Curso de Engenharia Agrícola do Instituto Federal Farroupilha/Univesidade Federal do Pampa.

⁴ Doutor, Professor Titular da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

⁵ Tecnólogo em Irrigação, Responsável pelo Laboratório de Pós-Colheita de Grãos do Instituto Federal Farroupilha.

⁶ Doutor, Professor do Instituto Federal Farroupilha – Campus Alegrete.

Cristalinidade: Os padrões de difração de raio-X foram obtidos com um difrattômetro de raios X (XRD-6000, Shimadzu, Brasil), e o índice de cristalinidade relativa IC dos grânulos de amido foi quantitativamente estimado de acordo com método proposto por Rabek (1980). O IC foi definido como a razão entre a área da região cristalina e a área total coberta pela curva, composta pela área da região cristalina e a área da região amorfa.

Poder de inchamento e solubilidade: O poder de inchamento e a solubilidade dos amidos de milho foram determinados de acordo com o método descrito por Leach et al. (1959).

Morfologia dos grânulos: A morfologia dos grânulos de amido foi examinada pelo microscópio eletrônico de varredura (Shimadzu, SSX-550).

Análise estatística: Determinações analíticas das amostras foram realizadas em triplicata, e a comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, através de uma análise de variância (ANOVA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentados os resultados da morfologia dos grânulos do amido realizadas com análise de microscopia eletrônica de varredura. Os resultados indicam que não houve diferença na estrutura morfológica dos grânulos após a extração.

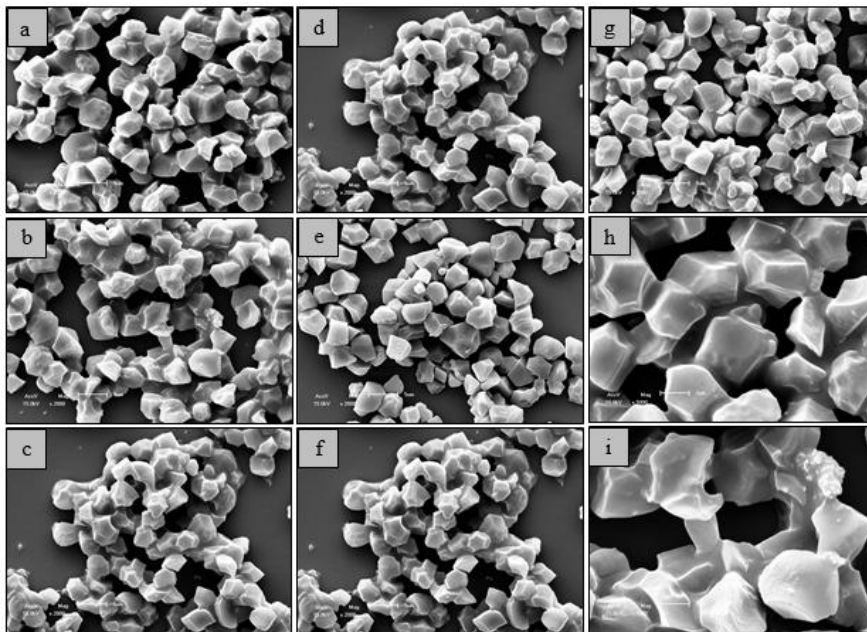


Figura 1. Microscopia eletrônica de varredura dos amidos isolados dos grãos de arroz sem defeito (a - 2000x e h - 5000x), amostra original* (b - 2000x e i - 5000x), amarelos (c - 2000x), ardidos (d - 2000x), manchados e picados (e - 2000x), rajados (f - 2000x) e verdes e gessados (g - 2000x).

Na Tabela 1 são apresentados os resultados de rendimento de extração, teor de amilose, cristalinidade, poder de inchamento e solubilidade do amido isolado de grãos de

arroz beneficiado com defeitos.

Tabela 1. Propriedades de pasta das farinhas e do amido após a extração dos grãos de arroz sem defeitos, com defeitos, amarelos, ardidos, manchados e picados, rajados e gessados e verdes.

Tratamentos ^a	Rendimento de extração (%)	Teor de amilose (%)	Cristalinidade (%)	Poder de inchamento (%)	Solubilidade (%)
Sem defeitos	60,1 ^{cd}	31,9 ^a	24,9	18,45 ^a	9,81 ^d
Amostra original	62,2 ^{bc}	28,9 ^c	22,1	16,29 ^b	11,60 ^b
Amarelos	65,9 ^a	28,5 ^c	26,0	16,61 ^b	12,60 ^b
Ardidos	65,6 ^a	31,4 ^{ab}	25,2	15,68 ^c	10,84 ^c
Manchados e picados	63,6 ^{ab}	31,9 ^a	24,0	16,19 ^b	11,86 ^b
Rajados	57,0 ^d	31,9 ^a	23,7	16,46 ^b	17,39 ^a
Verdes de gessados	65,9 ^a	30,3 ^b	18,8	16,22 ^b	9,74 ^d

^a Médias aritméticas simples de três repetições, seguidas por letras minúsculas iguais na mesma linha para farinha e amido, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Os resultados indicam que o rendimento de extração dos grãos sem defeitos não diferiu da amostra original, no entanto, quando os grãos com defeitos foram separados da amostra original e classificados conforme os diferentes tipos de defeitos. Houve um aumento no rendimento de extração de amido para os grãos de arroz amarelos, ardidos, verdes e gessados e uma redução para os grãos rajados em comparação aos grãos sem defeitos e da amostra original. O amido dos grãos amarelos apresentou menor teor de amilose (28,5%) comparado ao amido dos grãos sem defeitos (31,9%), sendo este resultado devido a maior atividade enzimática dos grãos amarelos. A cristalinidade do amido dos diferentes defeitos, calculada a partir dos gráficos de Raio-X da Figura 2, indicam que esta variou de 18,8% para os grãos verdes e gessados a 26,0% para os grãos amarelos. A menor cristalinidade relativa no amido dos grãos verdes e gessados pode ser resultado de uma menor quantidade de cadeias longas de amilopectina.

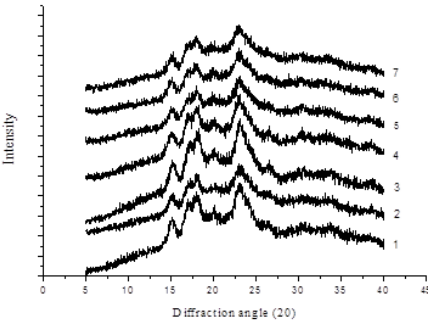


Figura 2. Gráficos do Raio X do amido após a extração dos grãos de arroz sem defeitos (1), com defeitos (2), amarelos (3), ardidos (4), manchados e picados (5), rajados (6) e gessados e verdes (7).

A redução do poder de inchamento do amido dos grãos com defeitos pode ser resultado de complexos entre lipídios e amilose, interações entre cadeias de amido dentro de

domínios amorfos e cristalinos, distribuição relativa de amilose e amilopectina (Wani et al., 2010) e da, alterações de peso molecular devido a atividade da α -amilase presente nos grãos com defeitos em maior quantidade que nos grãos sem defeitos. Na temperatura de 90°C, o amido dos grãos com defeitos apresentou maior solubilidade comparado ao amido dos grãos sem defeitos, indicando que a presença de defeitos nos grãos aumentou a lixiviação da amilose e de moléculas de menor peso molecular resultantes da hidrólise da amilopectina. Segundo Ratnayake, Hoover & Warkentin (2002) e Tester e Morrison (1990), o aumento da solubilidade é resultado da maior lixiviação de amilose, principalmente resultado de uma menor organização celular do amido e menor interação entre moléculas de amilose e amilopectina.

CONCLUSÃO

Portanto, os grãos com defeitos utilizados nos testes apresentaram diferentes resultados se comparados com os grãos sem defeitos. Houve uma redução no rendimento de extração dos grãos rajados, uma redução na cristalinidade dos grãos verdes e gessados, entretanto não foram observadas diferenças significativas no poder de inchamento, solubilidade e propriedades morfológicas dos grânulos, sendo permitido o uso deste amido isolado nos processos industriais, porém novos estudos ainda necessitam ser realizados para garantir uma otimização no processo de extração e utilização destes.

AGRADECIMENTOS

Gostariamos de agradecer ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), Univesidade Federal de Pelotas (UFPel); Instituto Federal Farroupilha (IFFarroupilha) e a Empresa Pilleco Nobre Alimentos de Alegrete pelo fornecimento da matéria-prima para análises.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HOOVER, R., & RATNAYAKE, W. Determination of total amylose content of starch. In: *R.E. Wrolstad, Current protocols of food analytical chemistry*. Unit E2.3. John Wiley and Sons, USA, 2000.
- LEACH, H. W. et al. Structure of the starch granule. I. Swelling and solubility patterns of various starches. **Cereal Chemistry**, v.36, n.6, p. 534-544, 1959.
- MCGRANCE, S. J. et al. A simple and rapid colorimetric method for the determination of amylose in starch products. **Starch/Stärke**, v. 50, p. 158-163, 1998.
- MARTIN, M.; FITZGERALD, M. A. Proteins in rice grains influence cooking properties. **Journal of Cereal Science**, v. 36, p. 285-294, 2002.
- RATNAYAKE, W. S. et al. Pea starch: composition, structure and properties e a review. **Starch/Stärke**, v.54, p.217-234, 2002.
- SINGH, N. et al. Physico-chemical, morphological, thermal, cooking and textural properties of chalky and translucent rice kernels. **Food Chemistry**, v.82, p.433-439, 2003.
- TESTER, R. F., & MORRISON, W. R. Swelling and gelatinization of cereal starches. **Cereal Chemistry**, v.67, n.6, p.558-563, 1990.
- WANG, L.; & WANG, Y.J. Rice starch isolation by neutral protease and high-intensity ultrasound. **Journal of Cereal Science**, v.39, n.2, p.291-296, 2004.
- WANI, I. A. et al. Physicochemical properties of starches from Indian kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars. **International Journal Food Science & Technology**, v.45, p.2176-2185, 2010.
- ZHOU, Z. et al. Effect of rice storage on pasting properties of rice flour. **Food Research International**, v.36, p.625-634, 2003.

PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS E ANTIOXIDANTES DE GRÃOS DE ARROZ PRETO E DE ARROZ VERMELHO

Fabiana Torma Botelho¹; Nathan Levien Vanier²; Valmor Ziegler³; Andressa de Assis Lourenço⁴; Chaiane Goulart Soares⁴; Priscila Zaczuk Bassinello⁵; Moacir Cardoso Elias⁶.

Palavras-chave: fenóis livres e complexados; compostos bioativos; arroz pigmentado.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é fonte básica de energia e nutrientes. Apesar dos grãos com pericarpo claro serem os mais consumidos, existem cultivares que apresentam grãos com pericarpo pigmentado, como o arroz vermelho e o arroz preto, com interessantes propriedades nutricionais. Essas propriedades são provenientes principalmente, dos compostos fenólicos presentes nos grãos.

Dentre os compostos fenólicos estão os ácidos fenólicos, as antocianinas e as proantocianidinas. Enquanto os ácidos fenólicos apresentam estrutura molecular mais simples, com 6 ou 9 carbonos, as antocianinas apresentam 15 carbonos e as proantocianidinas possuem estrutura mais complexa, sendo resultado da polimerização de dois ou mais flavonóis, cada um com 15 carbonos. A atividade antioxidante desses compostos é atribuída aos radicais hidroxila ligados covalentemente a sua estrutura (FINOCCHIARO et al., 2010). Genótipos de arroz pigmentados (preto e vermelho) apresentam teores de compostos fenólicos solúveis (livres e complexados) aproximadamente seis vezes superiores aos apresentados por genótipos não pigmentados (arroz branco) (MIRA et al., 2008).

Existe uma barreira na produção de grãos de arroz de pericarpo preto e vermelho no Brasil, visto que a maior parte do arroz pigmentado consumido no país é importada. Mesmo considerando que os tipos especiais possuem um maior valor agregado e, por consequência, maior valor de mercado, a produção do mesmo esbarra na baixa produtividade das variedades e no baixo consumo per capita. Além disso, ainda há muito a ser estudado sobre as propriedades tecnológicas dos grãos de diferentes cultivares de arroz preto e de arroz vermelho para superar as barreiras e aumentar o consumo desses grãos. Estudos que investiguem as características tecnológicas e nutricionais desses grãos podem auxiliar na seleção de genótipos mais atrativos ao consumidor.

Objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar propriedades tecnológicas e antioxidantes de grãos de duas cultivares de arroz de pericarpo preto (IAC 600, SCS 120) e de duas cultivares de arroz de pericarpo vermelho (BRS 902, SCS 119).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados grãos de 4 cultivares de arroz pigmentado (*Oryza sativa* L.), sendo duas cultivares de arroz com pericarpo preto (IAC 600 e SCS 120) e duas cultivares de arroz com pericarpo vermelho (BRS 902 e SCS 119), produzidos na Fazenda Experimental Capivara, da Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás/GO. As análises foram

¹ Doutora em Ciência e Tecnologia Agroindustrial pela UFPel. Professora Adjunta da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Pelotas, Rua Gomes Carneiro, nº 1, Laboratório de Bromatologia, Campus Porto, Pelotas/RS. E-mail: fabibotelho@hotmail.com

² Pós-doutorando no Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, da Universidade Federal de Pelotas.

³ Tecnólogo em Alimentos, M.Sc., Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas.

⁴ Graduanda em Nutrição, Universidade Federal de Pelotas.

⁵ Doutora em Ciência dos Alimentos pela USP. Pesquisadora da Embrapa Arroz e Feijão.

⁶ Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Titular da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas.

realizadas no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos da Universidade Federal de Pelotas. As avaliações foram conduzidas nos grãos na forma integral, os quais foram descascados em engenho de provas Zaccaria (modelo PAZ-1-DTA, Zaccaria, Brasil).

O tempo de cocção dos grãos foi determinado pela imersão de 10 g de grãos em 100 mL de água destilada, com posterior aquecimento em placa aquecedora. Os grãos foram coletados a cada minuto, durante o processo de cocção, e pressionados sobre placas de vidro. O tempo de cocção foi finalizado quando os grãos não apresentaram mais centro branco após a compressão nas placas de vidro. A dureza foi avaliada em Texturômetro (Texture analyser TA-XT2), com dez repetições por amostra, utilizando o método descrito por Mohapatra e Bal (2006). Os rendimentos gravimétrico e volumétrico de cocção foram avaliados de acordo com o método descrito por Gularte (2005).

A extração de compostos fenólicos livres e complexados foi realizada de acordo com o método descrito por Qiu et al. (2010) com algumas modificações. O teor de compostos fenólicos de ambos os extratos, livres e complexados, foi determinado pela reação colorimétrica que utiliza o reagente Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ROSSI, 1965). O ácido gálico foi utilizado para o preparo da curva de calibração. Os resultados foram expressos em mg de equivalentes ácido gálico por 100 g de arroz, em base seca. A capacidade antioxidante dos extratos de compostos fenólicos livres e complexados foi determinada por dois métodos, DPPH (2,2- Difenil-1-picrilhidrazil), de acordo com o método proposto por BRAND-WILLIAMS et al. (1995), e ABTS (2,2-azinobis-[3-etil-benzotiazolin-6-ácido sulfônico]), seguindo o método descrito por Re et al. (1999). Os valores foram expressos em mg equivalentes de Trolox por grama de arroz, em base seca.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tempo de cocção e a dureza dos grãos de arroz preto e de arroz vermelho estão apresentados na Figura 1. O maior tempo de cocção e a maior dureza dos grãos cozidos ($p \leq 0,05$) foram apresentados pelos grãos da cultivar BRS 902, de pericarpo vermelho. De forma geral, os grãos das cultivares IAC 600 e SCS 120, de pericarpo preto, apresentaram os valores mais baixos de tempo de cocção e dureza entre as amostras avaliadas.

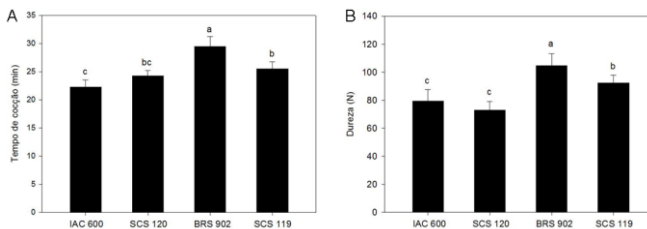


Figura 1 - Tempo de cocção (A) e dureza (B) dos grãos de arroz preto (IAC 600 e SCS 120) e vermelho (BRS 902 e SCS 119). *Letras diferentes diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$).

As cultivares de arroz vermelho BRS 902 e SCS 119 apresentaram maior dureza ($p \leq 0,05$) quando comparadas as cultivares de arroz preto IAC 600 e SCS 120. O maior grau de dureza atribuído aos grãos das cultivares de arroz vermelho estão, provavelmente, associados ao seu maior tempo de cocção, pois a textura de um alimento tem relação direta com a necessidade de maior ou menor tempo de cocção. Os consumidores consideram a textura do arroz cozido como o principal atributo de qualidade (ROUSSET et al., 1999).

O maior rendimento gravimétrico foi observado nos grãos das cultivares SCS 119

(235,80%) e SCS 120 (229,75%), de arroz vermelho e preto, respectivamente (dados não apresentados). Não houve diferença ($p \leq 0,05$) no rendimento volumétrico entre os grãos avaliados no presente estudo (dados não apresentados).

Na Figura 2 estão apresentados o teor de compostos fenólicos livres e complexados (Figura 2A), a capacidade antioxidante de radicais DPPH dos extratos de fenólicos livres e complexados (Figura 2B) e a capacidade antioxidante de radicais ABTS dos extratos de fenólicos livres e complexados (Figura 2C) dos grãos de arroz pigmentados.

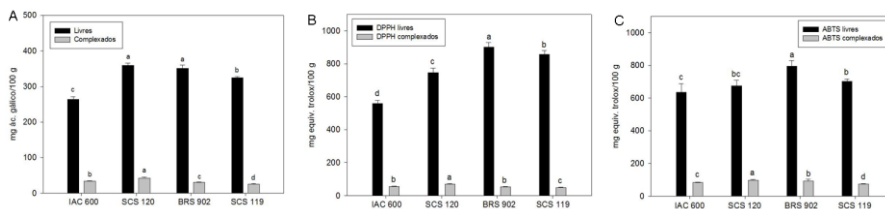


Figura 2. Teor de fenóis livres e complexados entre diferentes cultivares de arroz preto (IAC 600 e SCS 120) e vermelho (BRS 902 e SCS 119). *Letras diferentes diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$).

Os grãos das cultivares SCS 120 e BRS 902, de pericarpo preto e de pericarpo vermelho, respectivamente, apresentaram os maiores teores de compostos fenólicos livres ($p \leq 0,05$). Em relação ao teor de compostos fenólicos complexados, grãos das cultivares SCS 120 e IAC 600, ambos de pericarpo preto, apresentaram valores superiores ($p \leq 0,05$) aos grãos de pericarpo vermelho, das cultivares BRS 902 e SCS 119. Embora estudos reportem maior teor de compostos fenólicos complexados do que compostos fenólicos livres no arroz (ADOM; LIU, 2002; MIN et al., 2012), esse comportamento não foi observado no presente estudo. O baixo teor de fenóis complexados, comparado ao teor de compostos fenólicos livres, pode ser explicado pelas diferenças nos métodos utilizados e na extração dos compostos fenólicos complexados. Por outro lado, Paiva et al (ano), que analisaram arroz preto e vermelho em diferentes graus de moagem, encontraram valores maiores de compostos fenólicos livres no arroz preto (1368.4 mg de ácido gálico/100g de amostra) comparado ao arroz vermelho (1285.8 mg de ácido gálico/100g de amostra) em 0% de grau de moagem.

Quanto à atividade antioxidante, na fração livre de fenóis totais, pelo método DPPH, todas as amostras diferiram entre si ($p \leq 0,05$). Os grãos de arroz vermelho da cultivar BRS 902 apresentaram a maior atividade antioxidante, tanto pelos métodos DPPH (Figura 2B) como ABTS (Figura 2C), podendo esse resultado ter relação ao maior teor de compostos fenólicos livres presentes no extrato. No entanto, a cultivar de arroz preto SCS 120, que também apresentou alto teor de compostos fenólicos livres, não apresentou resultado similar quanto à capacidade antioxidante de radicais DPPH.

Em relação à capacidade antioxidante dos extratos de compostos fenólicos complexados, a maior capacidade, tanto para o método DPPH (Figura 2B) como para o método ABTS (Figura 2C), ocorreu nos grãos de arroz preto da cultivar SCS 120 que apresentaram os maiores valores ($p \leq 0,05$), o que corrobora com os maiores teores de compostos fenólicos complexados verificados nos grãos desta cultivar.

CONCLUSÃO

Tecnologicamente os grãos das cultivares de arroz preto apresentaram melhores resultados de tempo de cocção e textura, considerados aspectos importantes para atender a preferência do consumidor. Em relação ao conteúdo de compostos fenólicos, os grãos da cultivar SCS 120, de pericarpo preto, e da cultivar BRS 902, de pericarpo vermelho,

apresentaram os maiores teores de compostos fenólicos livres. A capacidade antioxidante de radicais DPPH e ABTS, de forma geral, acompanhou o teor de compostos fenólicos. Grãos da cultivar SCS 120, de pericarpo preto, que apresentaram o maior teor de compostos fenólicos complexados também apresentaram a maior capacidade antioxidante de radicais DPPH e ABTS no extrato de compostos fenólicos complexados.

Novos estudos sobre características tecnológicas e nutricionais de diferentes cultivares de arroz com pigmentações devem ser realizados, não somente para incentivar a produção desses grãos no Brasil, mas também propiciar aos consumidores grãos com compostos bioativos e qualidade nutricional que auxiliem na promoção da saúde da população.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), à Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul (SCT-RS) e ao Polo de Inovação Tecnológica em Alimentos da Região Sul (Polo de Alimentos).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADOM, K. K.; LIU, R. Antioxidant activity of grains. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 21, n. 50, p. 6182-6187, 2002.
- BRAND-WILLIAMS, W. et al. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, v.1, n. 28, p. 25-30, 1995.
- FINOCCHIARO, F.; FERRARI, B.; GIANINETTI, A. A study of biodiversity of flavonoid content in the rice caryopsis evidencing simultaneous accumulation of anthocyanins and proanthocyanidins in a black-grained genotype. **Journal of Cereal Science**, v. 51, p. 28-34, 2010.
- GULARTE, M. A. **Metodologia analítica e características tecnológicas e de consumo na qualidade do arroz**. 2005. 95 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- MIN, B. et al. Free and bound total phenolic concentrations, antioxidant capacities, and profiles of proanthocyanidins and anthocyanins in whole grain rice (*Oryza sativa* L.) of different bran colours. **Food Chemistry**, v. 3, n. 133, p. 715-722, 2012.
- MIRA, N. V. M. et al. Extração, análise e distribuição dos ácidos fenólicos em genótipos pigmentados e não pigmentados de arroz (*Oryza sativa* L.). **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 28, n. 4, p. 994-1002, 2008.
- MOHAPATRA, D.; BAL, S. Cooking quality and instrumental textural attributes of cooked rice for different milling fractions. **Journal of Food Engineering**, v. 73, p. 253-259, 2006.
- PAIVA, F. F. et al. Physicochemical and nutritional properties of pigmented rice subjected to different degrees of milling. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 35, p. 10-17, 2014.
- QIU, Y.; LIU, Q.; BETA, T. Antioxidant properties of commercial wild rice and analysis of soluble and insoluble phenolic acids. **Food Chemistry**, v. 121, n. 1, p.140-147, 2010.
- RE, R. et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 26, n. 9-10, p. 1231-1237, 1999.
- ROUSSET, S. et al. Identifying objective characteristics that predict 373 clusters produced by sensory attributes in cooked rice. **Journal of Texture Studies**, Raleigh, v. 50, n. 30, p. 374-532, 1999.
- SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 1, p.144-158, 1965.

QUALIDADE DE SEMENTES DE ARROZ ANALISADAS NO LABORATÓRIO OFICIAL DO IRGA DE CACHOEIRINHA NA SAFRA 2013/2014

Flávia Miyuki Tomita¹; Felipe Gutheil Ferreira²; Athos Dias de Castro Gadea²;

Palavras-chave: semente certificada, análise de qualidade.

INTRODUÇÃO

A semente é o veículo que leva ao agricultor todo o potencial genético de uma nova e superior cultivar. A qualidade da semente é de fundamental importância para o agricultor, porque somente sementes de elevado nível de qualidade propiciam a maximização da ação dos demais insumos e fatores de produção empregados na lavoura (CARRARO, 2001). Desse modo, o padrão de qualidade estabelecido para sementes certificadas de arroz proporciona a obtenção dos benefícios advindos com a escolha de uma cultivar.

A certificação de sementes tem por objetivo disponibilizar material de multiplicação com garantia de identidade, atendendo aos padrões e as normas específicas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), através de Lei Federal 10.711 (05/08/2003), regulamentada pelo Decreto 5.153 (23/07/2004).

O Instituto Rio Grandense do Arroz é credenciado pelo MAPA, como entidade certificadora de sementes, onde acompanha todo processo de produção de sementes certificadas de arroz no estado. Neste contexto, o IRGA presta serviço ao orizicultor através de uma rede de quatro laboratórios de análise de semente. Parte do processo de certificação de sementes é realizada dentro do laboratório, onde se avalia a qualidade da semente que está sendo produzida (Massoni et al. 2013). Para que a semente receba o certificado, é necessário que a mesma atinja limites mínimos de qualidade determinados pelo MAPA. A análise de sementes consiste em procedimentos técnicos utilizados para avaliar a identidade e a qualidade da amostra representativa de um lote de sementes, entendendo-se como qualidade, os aspectos genético, físico, fisiológico e sanitário das sementes. O laboratório de análise de sementes do Instituto Rio Grandense do Arroz de Cachoeirinha realiza análise de sementes de arroz de acordo com as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), que apresentam instruções para realização dos testes e determinações que estabelecem a qualidade das sementes, são eles: pureza física, germinação e determinação de outras sementes por número. Também com base no sistema de qualidade respaldado nos requisitos da Norma NBR ISO/IEC 17025 e demais padrões e legislações aplicáveis. Sendo assim, este trabalho tem o objetivo de analisar os parâmetros de qualidade das amostras de sementes de arroz enviadas para certificação ao laboratório de análises de sementes do IRGA de Cachoeirinha.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no laboratório oficial de análise de sementes do IRGA de Cachoeirinha, com amostras de sementes enviadas para a certificação referentes ao ano agrícola de 2013/2014. Neste levantamento serão apresentados os resultados de germinação, presença de arroz vermelho e preto, outras nocivas, além de toneladas de sementes reprovadas e aprovadas nas classes certificadas (C1 e C2).

¹ Engenheira Agrônoma, Instituto Rio Grandense do Arroz, Avenida Bonifácio Carvalho Bernardes 1494 Cachoeirinha, RS, flavia-tomita@irga.rs.gov.br

²Engenheiro Agrônomo, Instituto Riograndense do Arroz.

A análise de pureza, realizada em 70 gramas, determina a composição percentual por peso e a identidade das diferentes espécies de sementes e do material inerte da amostra, e por inferência, a do lote de sementes. O resultado da análise de pureza é expresso no boletim de análise de sementes em percentual, com uma casa decimal. A natureza do material inerte também deve ser informada. Na determinação de outras sementes por número se determina o número de sementes de outras espécies presentes na amostra de trabalho de 700 gramas com o arroz com casca e posteriormente com as sementes descascadas (Brasil, 2009). O teste de germinação avalia a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo. Isso demonstra o potencial máximo de germinação de um lote de sementes, o qual pode ser usado para comparar a qualidade de diferentes lotes. Efetuado em condições controladas, permite uma germinação mais regular, rápida e completa das amostras de sementes. Estas condições, consideradas ótimas, são padronizadas para que os resultados dos testes de germinação possam ser reproduzidos e comparados, dentro de limites tolerados pelas RAS. O teste de germinação foi conduzido com quatro repetições de 100 sementes, tomada ao acaso da porção de semente pura, oriunda da análise de pureza de cada lote, semeada em papel tipo germitest, embebido em água e prensado em prensa de ferro sendo mantido no germinador com temperatura de 25°C a 30°C no período de 10 a 14 dias. A contagem foi realizada considerando as plântulas normais segundo critérios da RAS, 2009. Os critérios para aprovação ou reprovação dos lotes foram baseados na instrução normativa nº 45 de 2013 do MAPA, que determina os padrões para produção e comercialização de sementes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisadas representativamente 16.995,39 toneladas de sementes de arroz para fins de certificação, nas categorias de semente certificada de primeira geração (C1) e de semente certificada de segunda geração (C2). Destas, 12.543,03 toneladas, ou seja, 73,8% foram aprovadas e receberam os respectivos certificados, pois apresentavam padrões mínimos de qualidade exigida pelo MAPA. No total, foram reprovasdas 4.452,36 toneladas (26,2%) de sementes. A principal causa de reprovação foi a presença de arroz vermelho ou preto com 73,6%, seguidos por baixa germinação com 15,8%, presença de sementes de outras nocivas com 10,5% e outros critérios com 0,1%.

No Quadro 1 têm-se a quantidade de sementes analisadas no laboratório oficial de análise de sementes do IRGA de Cachoeirinha, bem como, o total de sementes aprovadas e reprovasdas, com as causas da reprovação.

Quadro 1. Sementes reprovasdas e aprovadas para certificação analisadas no laboratório de análise de sementes oficial do IRGA de Cachoeirinha.

Laboratório	Sementes Analisadas (Ton)	Sementes Certificadas (Ton)	Sementes Reprovasdas (AV* e AP*) (Ton)	Sementes Reprovasdas (germinação) (Ton)	Sementes Reprovasdas (outras nocivas) (Ton)	Sementes Reprovasdas (outros critérios) (Ton)
LASO IRGA Cachoeirinha	16.995,39	12.543,03	3.274,88	702,12	470,56	4,80

* Arroz vermelho (AV); arroz preto (AP).

Ao se analisar a principal causa de reprovação dos lotes de sementes enviados para certificação, percebe-se a alta taxa de reprovação devido a presença de arroz vermelho e

preto na semente analisada. Conforme Ziska (2015), existem diversos ecótipos de arroz vermelho originados do cruzamento com o arroz cultivado, ou seja, plantas híbridas de arroz vermelho que por vezes apresentam características semelhantes ao arroz cultivado. Estas semelhanças podem estar relacionadas com o tipo de planta (estatura e arquitetura), ciclo e até mesmo com grãos de mesmas dimensões. Corroborar com o exposto trabalho realizado por Ferreira et al. (2011). Os autores, ao analisarem amostras de sementes de arroz enviadas ao laboratório de análise de sementes do IRGA de Cachoeirinha para fins de certificação e que foram reprovadas devido a incidência de arroz vermelho, perceberam que 51,9 % das amostras reprovadas continham ao menos um grão de arroz vermelho longo fino (tipo agulhinha). Possivelmente as plantas que deram origem a estes grãos são resultado do cruzamento com plantas de arroz cultivado dificultando sua identificação no momento das inspeções à campo. Estes grãos, ao serem colhidos e beneficiados nas unidades de beneficiamento de sementes, não são descartados nas peneiras selecionadoras, visto apresentarem dimensões e peso semelhantes ao arroz cultivado, incidindo em algumas das amostras avaliadas no laboratório.

CONCLUSÃO

Mesmo com alto índice de aprovação de sementes para certificação, referente à quantidade analisada no laboratório de análise de sementes do IRGA de Cachoeirinha no ano agrícola 2013/2014, percebe-se que a principal causa de reprovação de lotes de sementes deve-se à presença de arroz vermelho e preto, seguida da baixa percentagem de germinação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARRARO, I.M. Semente: insumo nobre. **Seed News**, Pelotas, n.5, p. 34-35, 2001.
- FERREIRA, F.G.; GUMA, J.M.C.R.; BITENCOURT, S.M.; LUIZ, C.S.; GADEA. A.D.C. Identificação de grãos de arroz vermelho longo fino em amostras de sementes analisadas no LASO IRGA de Cachoeirinha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7.; 2011, Itajaí. **Anais...** Itajaí, SC: EPAGRI, Sociedade Sul Brasileira de Arroz Irrigado, 2011. Anais, v.2, p. 858 a 861.
- MASSONI, P.F.S. et al. Qualidade de Sementes de arroz Analizadas nos Laboratórios de Análise de Sementes do IRGA no Ano agrícola de 2011/2012. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, RS: UFSM, Sociedade Sul Brasileira de Arroz Irrigado, 2013. Anais, v.2, p.1494 a 1457.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009.
- ZISKA, L. H. et al. Weedy (Red) rice: An emerging Constraint to Global Rice Production. **Advances in Agronomy**, In: Sparks, D.L. (Ed.), v. 129, First edition, 2015, p. 181-228, 2015. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/bs.agron.2014.09.003>>. Acesso em: 14 jun. 2015.

QUALIDADE DE SEMENTES E CARACTERES AGRONÔMICOS DE ARROZ IRRIGADO ORIUNDO DE SEMENTES RECOBERTAS COM FONTES DE SILÍCIO

Henrique Lopes Chagas¹; Bruna Barreto Reis²; Rodrigo Rocha Rodrigues¹; Mateus Tessmann¹; Filipe Mattos³; Luis Henrique Konzen¹; Jucilayne Fernandes Vieira³; Lilian Vanussa Madruga de Tunes⁴

Palavras-chave: tratamento de sementes, silício, qualidade de sementes, *Oryza sativa* L..

INTRODUÇÃO

O arroz é o terceiro cereal mais produzido no mundo (USDA, 2015). O Brasil representa aproximadamente 2,5% da produção mundial do grão, no entanto a produtividade média brasileira é considerada elevada. Para que os patamares de produção sejam mantidos ou até superados, existe a necessidade de fornecimento de sementes de alta qualidade.

O silício aumenta o crescimento e o desenvolvimento da planta com correspondente acréscimo na produtividade, além de controlar várias enfermidades do arroz. A ação benéfica do Si tem sido associada a diversos efeitos indiretos, como aumento da eficiência da capacidade fotossintética, redução da transpiração e aumento da resistência mecânica das células (CAMARGO et al., 2007).

Em poaceas a utilização de Silício é adotada em manejos ambientalmente limpos e do ponto de vista da nutrição considerado sustentável, além de conter grande potencial de diminuir a utilização de agrotóxicos e aumentar a produtividade da cultura por meio de uma nutrição equilibrada e fisiologicamente mais eficiente. Nesse sentido, a utilização de silício pode acarretar em aumento da capacidade biológica da planta em resistir às condições adversas do meio ambiente, trazendo inúmeros benefícios para o desenvolvimento e crescimento das plantas (EPSTEIN, 1994).

Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi verificar a influência do silício aplicado via recobrimento de sementes de arroz irrigado sobre os caracteres agronômicos das plantas cultivadas assim como sobre a qualidade fisiológica das sementes produzidas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório Didático de Análise de Sementes (LDAS) Flávio Farias Rocha e em casa de vegetação da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, município de Capão do Leão - RS.

Em laboratório, foram utilizadas sementes de arroz das cultivares Puita Inta CL, sendo o recobrimento das sementes de arroz realizado com duas fontes de silício: silicato de alumínio (Caulim[®]), com 70% de SiO₂ e casca de arroz carbonizada, com 95% de SiO₂, com as respectivas doses: 30; 60; 90 e 120 g.100 kg⁻¹ de sementes. Os produtos foram aplicados nas sementes nas dosagens de 0 (testemunha sem silício e com polímero).. Logo em seguida, as sementes foram recobertas com polímero da marca comercial Sepiret[®] na dosagem de 300 mL.100 kg⁻¹ de sementes, totalizando um volume de calda de 1L.100 kg⁻¹ de sementes.

¹Graduando do curso de Agronomia - Universidade Federal de Pelotas/Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, caixa postal 354 – CEP 96001 970, Pelotas – RS. henrique2106@gmail.com

²Eng. Agrônoma, Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Sementes - UFPEL.

³Eng. Agrônoma Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes - UFPEL

⁴Professora adjunta, PPG Ciência e Tecnologia de Sementes - UFPEL

Para cada tratamento utilizou-se quatro repetições e o procedimento foi realizado conforme metodologia descrita por Nunes (2005), utilizando-se o método manual com sacos de polietileno. Para isso, adotou-se a seguinte ordem de aplicação dos produtos no interior do saco plástico: silicato de alumínio e casca de arroz carbonizada, polímero, água, e por último as sementes (0,2 kg). Os sacos plásticos foram agitados por 3 minutos até o produto ficar completamente aderido as sementes. Na sequência, os sacos foram abertos e colocados para secar em temperatura ambiente por período 24 horas.

Em casa de vegetação, as sementes foram semeadas em baldes de 12 L, onde após a estabilização da emergência foi realizado o desbaste, restando apenas quatro plantas por balde, bem distribuídas espacialmente. A colheita foi realizada de forma manual. Os caracteres agrônômicos foram determinados com as sementes colhidas. As variáveis analisadas foram número de sementes por planta, número de panículas por planta e rendimento de sementes por plantas (gramas/planta).

Em laboratório, foram avaliados os testes de primeira contagem de germinação (PCG) e germinação (G) das sementes produzidas. Esses testes foram realizados, com quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, semeando-se em rolos de papel do tipo *germitest*. Os rolos foram colocados no germinador a uma temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, a avaliação foi realizada aos cinco e quatorze dias após a semeadura (BRASIL, 2009).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos, as médias foram comparadas por teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro e construíram-se curvas de regressão polinomial. O programa estatístico utilizado foi o WinStat 1.0 (Machado e Conceição, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas diferenças significativas para o recobrimento de sementes com diferentes fontes de silício nas variáveis, rendimento de sementes por planta (Figura 1A) e número de sementes por planta (Figura 1B). Concordando com ARTIGIANI et al. (2012) que não encontrou diferenças significativas nos componentes de rendimento em cultivo de arroz de terras altas.

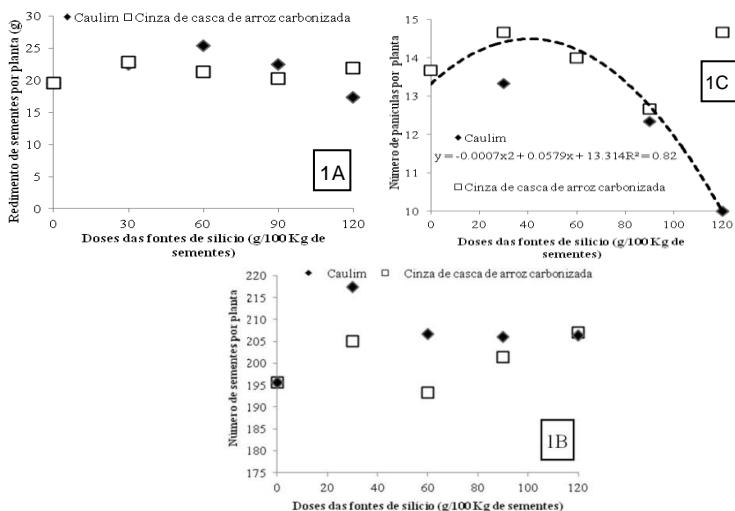


Figura 1. Rendimento de sementes por planta em gramas (A), número de panículas por planta (B) e número de sementes por planta (C), de plantas de arroz irrigado, cultivar

Puitá Inta CL, oriundas do recobrimento de sementes com fontes de silício (caulim e casca de arroz carbonizada). Pelotas, 2013.

No entanto, a aplicação de caulim, via sementes, respondeu significativamente quanto ao número de panículas por planta, gerando curva quadrática de resposta. Concordando com os dados, ÁVILA *et al.* (2010) encontrou resultados positivos na variável número de panículas por planta. Através da Figura 1C, pode-se verificar que a dose que melhor apresentou resultados foi de 41,4 gramas de caulim por 100 kg de sementes, ocorrendo redução com o aumento da quantidade de caulim nas sementes.

As fontes de silício diferiram quanto aos efeitos sobre primeira contagem de germinação e germinação na dose 60 g.100 kg⁻¹ de sementes, sendo que a fonte CAC foi superior a Caulim. A fonte caulim apresentou efeito significativo para as doses testadas em ambos os testes de qualidade fisiológica, porém o comportamento dos dados não podem ser representados por curvas de regressão quadrática nem linear. No teste de PCG, para a fonte CAC as diferentes doses apresentaram diferentes estatísticas. Para as duas fontes, em ambos os testes, a dose 0 g.100 kg⁻¹ expressou a menor porcentagem de germinação (Tabela 1).

Tabela 1. Teste de primeira contagem da germinação (PCG) e teste de germinação (GERM) de sementes de arroz irrigado, cultivar Puitá Inta CL, produzidas a partir de sementes recobertas com silício em diferentes doses e fontes de aplicação. Pelotas, 2013.

Doses/kg sementes	de	PCG (%)		GERM (%)	
		Caulim	CAC	Caulim	CAC
0		76 Ac	73 Ac	85 Ab	82 Ab
30		86 Aa	81 Aa	95 Aa	95 Aa
60		76 Bb	87 Aa	85 Bb	97 Aa
90		91 Aa	91 Aa	98 Aa	98 Aa
120		81 Ab	86 Ab	89 Ab	96 Aa
C.V (%)		4,6		4,1	

Letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. CV= coeficiente de variação.

Os testes de germinação e de primeira contagem de germinação apresentaram comportamento das linhas de tendência similares. Com aplicação de CAC, a porcentagem de sementes germinadas em ambos os testes foi influenciada com o aumento da dose. Para CAC, a dose de máxima eficiência técnica foi obtida na dose de 87,9 e 79,7 g.100kg⁻¹ de sementes para a PCG e G, respectivamente (Figuras 2. A-B). Estes dados estão de acordo com os obtidos por VIEIRA *et al.* (2011) em sementes de arroz produzidas no estado de Minas Gerais. Em contrapartida testes realizados com aveia branca TOLEDO *et al.* (2011) não obteve resultados significativos nos testes de qualidade fisiológica.

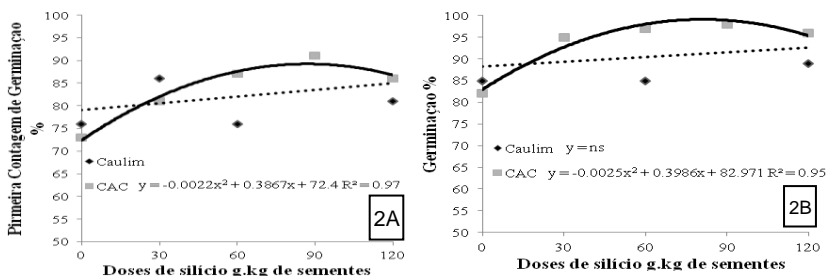


Figura 2. Teste de primeira contagem de germinação (A) e teste de germinação (B) em sementes de arroz irrigado, cultivar Puitá Inta CL, produzidas a partir de sementes recobertas com silício em diferentes doses e fontes de aplicação. Pelotas, 2013.

CONCLUSÃO

O número de panículas por planta aumenta com aplicações de 41,4 g de caulim.100 kg⁻¹ de sementes.

Plantas originadas de sementes recobertas com silício tem capacidade de gerar sementes com maior desempenho fisiológico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTIGIANI, A. C. C. A et al. Produtividade e qualidade industrial do arroz de terras altas em função da disponibilidade hídrica e adubação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.3, p.340-349, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília. 399p. 2009.

CAMARGO, M. S. KORNDÖRFER GH; PEREIRA HS. Solubilidade do silício em solos: influência do calcário e ácido salicílico aplicados. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p.637-647, 2007.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceeding of the National Academic Science**, Washington, v. 91, n.1, p. 11-17, 1994.

MACHADO, A. A. e CONCEIÇÃO, A. R. Sistema de análise estatística para Windows. **WinStat. Versão 1.0**, Pelotas: UFPel, (Programa Computacional), 2003.

NUNES, J. C. Tratamento de semente - qualidade e fatores que podem afetar a sua performance em laboratório. **Syngenta Proteção de Cultivos Ltda**. 2005. 16p.

TOLEDO, M.Z. Seed germination and seedling development of white oat affected by silicon and phosphorus fertilization. **Scientia Agrícola**, v.68, n.1, p. 18-23. 2011.

USDA- United States Department of Agriculture.
<http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf> . Acesso em 18/01/2015.

VIEIRA, A.R. Qualidade de sementes de arroz irrigado produzidas com diferentes doses de silício. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, p.490-500.2011.

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ARROZ DA VARIEDADE INDICA 1 EM FUNÇÃO DA POSIÇÃO DAS SEMENTE NA PANÍCULA.

CAMARGO, P.¹; COELHO, C.M.M.²; GAVA, F.³

Palavras-chave: *Oryza sativa* L, germinação, vigor.

INTRODUÇÃO

O arroz é um dos alimentos mais importantes para a nutrição humana, sendo a base alimentar de mais de três bilhões de pessoas. É o segundo cereal mais cultivado no mundo, ocupando área aproximada de 158 milhões de hectares. A produção de cerca de 662 milhões de toneladas de grãos em casca corresponde a 29% do total de grãos usados na alimentação humana (SOSBAI, 2012).

A demanda mundial de arroz é de aproximadamente 502 milhões de toneladas (CONAB, 2012). É esperado que o aumento da demanda por arroz exceda a produção em muitos países na Ásia, África e América Latina. A produção mundial de arroz precisa aumentar, enquanto terra, água e mão de obra estão todos diminuindo (FAO, 2004). A produção não vem acompanhando o crescimento do consumo, tem-se observado que ela aumenta cerca de 1,09% ao ano, enquanto a população cresce 1,32% e o consumo 1,27% (EMBRAPA, 2010).

Diversos fatores são determinantes para que a lavoura de arroz atinja altos níveis de produtividade e entre esses fatores está a qualidade fisiológica da semente.

A qualidade fisiológica é determinada através do potencial de germinação e vigor das sementes. Sementes com alto vigor e germinação são fundamentais para obtenção de um bom estande inicial e desenvolvimento de plântulas.

Segundo Marcos Filho (2005), a composição química da semente influencia no seu potencial de germinação e vigor e é afetada pela posição da semente em relação a inflorescência. A associação entre o início do florescimento, as épocas em que ocorre a polinização e as condições climáticas predominantes durante a maturação afetam diretamente a uniformidade do processo e a composição química da semente.

Em aveia, o tipo de semente, em função de sua localização na panícula, tem influência direta na qualidade das sementes, principalmente quando associada à massa, à germinação e ao vigor, onde sementes primárias, que são sementes localizadas nas ramificações primárias da panícula, apresentam melhor desempenho do que secundárias ou terciárias localizadas nas ramificações secundárias e terciárias respectivamente (Alves e Kist, 2011). A posição da semente também influencia na qualidade de sementes de outras espécies tal como milho, no qual tem sido verificado efeito da posição da semente na qualidade fisiológica (Mondo e Cicero, 2005; Kikuti et al., 2003).

No arroz, o florescimento da panícula tem período de duração de cerca de três dias, florescendo primeiramente no ápice e posteriormente meio e base. O processo de maturação ocorre de maneira desuniforme, com maturação adequada para colheita quando dois terços da panícula estão maduros. Para o arroz não são encontrados trabalhos que diferenciem o potencial fisiológico de sementes situadas em diferentes extratos da panícula. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi determinar a qualidade fisiológica das sementes produzidas em diferentes frações da panícula da variedade Indica 1.

1- Mestranda, Universidade do estado de Santa Catarina. Av.Luiz de camões, 2090, Conta Dinheiro,Lages- SC paolascmrq@gmail.com.

2- Professora Doutora, Universidade do estado de Santa Catarina - UDESC

3- Pesquisador em desenvolvimento de produto, BASF S.A

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento a campo foi conduzido na cidade de Santo Antônio da Patrulha (RS), onde a precipitação e a temperatura média anual são de 1532 mm e 18,9°C respectivamente. As parcelas consistiram em 6 linhas de 6 metros cada, totalizando uma área de 7,2 m². A colheita foi realizada somente nas duas linhas centrais da parcela ignorando-se as bordaduras. A semeadura foi realizada no dia 18 de novembro de 2014 com a colheita realizada 39 dias após o florescimento no dia 25 de março de 2015. Após a colheita da parcela foi realizado o corte das panículas e a separação em sementes do ápice, do meio e da base. A colheita e o corte das panículas foram manuais. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso com 4 repetições.

Os tratamentos consistiram em sementes oriundas do ápice, do meio e da base da panícula, os quais foram submetidos as seguintes avaliações:

Em pós-colheita a umidade das sementes foi determinada pelo método da estufa a 105°± 3°C por 24 horas com circulação forçada de ar, com 2 repetições de 5 gramas para cada amostra, conforme as Regras para Análise de sementes- RAS (BRASIL, 2009). Realizou-se a padronização da umidade das sementes com a secagem em estufa a 30°C até a umidade de 12%.

A qualidade fisiológica das sementes foi determinada através dos testes de germinação e vigor, previamente a realização dos testes foi feita a superação de dormência das sementes com a imersão em hipoclorito de sódio 0,5% por um período de 24 horas conforme descrito nas RAS (BRASIL, 2009).

O teste de germinação foi realizado conforme as RAS (BRASIL, 2009) com a seguinte modificação: ao invés de 400 sementes foram utilizadas 200 sementes subdivididas em 4 repetições de 50 sementes, as quais foram semeadas em papel tipo germitest embebido em água, em volume equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco, e mantido em germinador a uma temperatura de 25° C por 7 dias; após esse período foi realizada a contagem das plântulas normais, anormais e sementes mortas.

Como testes de vigor foram utilizados os testes de comprimento de plântula após germinação, teste de frio e comprimento de plântula após teste de frio.

Para a realização do teste de frio foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes, semeadas conforme teste de germinação; após a semeadura os rolos foram primeiramente envolvidos em embalagem plástica e mantidos a temperatura de 10° C por um período de sete dias para depois serem levados ao germinador a 25° por mais 7 dias. A interpretação do teste foi baseada na porcentagem de plântulas normais.

Para avaliação de comprimento de plântula após teste de germinação e frio foi realizada a medição, com auxílio de régua graduada, de 20 plântulas tomadas ao acaso de cada repetição dos referidos testes.

A análise estatística dos dados foi realizada com o auxílio do software Assistat e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água nas sementes logo após a colheita foi maior na base e no meio da panícula, apresentando o ápice a menor porcentagem de umidade (Tabela 1). As sementes do ápice já se encontravam em fase mais adiantada de dessecação, o que é um comportamento natural, visto que é a fração da panícula que floresce primeiro, recebendo antes das frações mediana e basal, o estímulo para início da alocação das reservas e desencadeamento do processo de formação e maturação das sementes.

No teste de germinação não houve diferença significativa, apresentando todos os tratamentos alto percentual de germinação (Tabela 1). Pelos altos valores obtidos, pode-se indicar que apesar da diferença no teor de umidade das sementes no momento da colheita (Tabela 1), todas já haviam atingido a maturidade fisiológica.

Tabela 1- Teor de água (U), germinação (G), comprimento de plântula na germinação (CPG), teste de frio (F) e comprimento de plântula no teste de frio (CPF) para sementes de arroz, variedade Indica 1, coletadas nas diferentes frações da panícula.

Coleta na panícula	U (%)	G (%)	CPG (cm.)	F (%)	CPF (cm.)
Ápice	22 b	95 a	8,2 a	85 a	9,3 a
Meio	31 a	93 a	8,6 a	87 a	9,8 a
Base	33 a	92 a	8,9 a	87 a	10,0 a

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey ao nível de 1% de probabilidade.

O vigor das sementes, não diferiu pelo teste de frio (Tabela 1), e todos os tratamentos mantiveram vigor acima de 80%, mostrando que a variedade Indica 1 apresentou tolerância ao estresse por frio. Em trabalho conduzido com as variedades BR IRGA 409 e BR IRGA 410, também verificou valores semelhantes entre teste de germinação e teste de frio, nas mesmas condições de temperatura e tempo de exposição do presente trabalho, observando efeitos pouco drásticos nas sementes pela exposição a baixa temperatura (Menezes e Silveira,1995). A principal anormalidade observada nas plântulas submetidas ao teste de frio foi a ausência de raiz secundária.

O comprimento de plântula não diferiu estatisticamente quanto a média das plântulas oriundas do ápice, meio e base no teste de germinação, nem no teste de frio (Tabela 1).

CONCLUSÃO

As sementes da variedade Indica 1, colhidas aos 39 dias após o florescimento, não apresentaram diferença quanto a qualidade fisiológica em função da posição na panícula.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A.C.; KIST, V. Qualidade fisiológica de sementes primárias, secundárias e terciárias da espiguetta de aveia branca (*avena sativa* l.). **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.17, n.1-4, p.153-157, jan-mar, 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009.
- CLIMATE. Clima: Santo Antônio da Patrulha. Disponível em: < <http://pt.climate-data.org/location/43833/> >. Acesso em 16 jun.2015.
- CONAB. Estudos de prospecção de mercado. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_09_11_16_41_03_prospecca_o_12_13.pdf> . Acesso em: 17 jun. 2015.
- EMBRAPA. **Arroz**: Importância econômica e social. Disponível em: < <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fe7457q102wx5eo07qw4xeynhsp7i.html>>. Acesso em: 28 nov. 2014.
- FAO. **Hybrid Rice for food security**. Disponível em: <<http://www.fao.org/rice2004/en/f-sheet/factsheet6.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2014.
- KIKUTE et al. Desempenho de sementes de milho em relação à sua localização na espiga. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, ago.2003. Disponível em : <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542003000400004&script=sci_arttext > Acesso em: 07 nov. 2014.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005.

Menezes, L. M; SILVEIRA, T. L .D. Métodos para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de arroz. **Scientia Agrícola**. Piracicaba, vol.52 n.2 maio/ago.1995. Disponível em

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90161995000200025> Acesso em: 18 jun. 2015.

MONDO, V. H. V.; CÍCERO, S. M. Análise de imagens na avaliação da qualidade de sementes de milho localizadas em diferentes posições na espiga. **Revista Brasileira de sementes**, Pelotas, v.27, n.1, jul/ 2005. Disponível em: <

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222005000100002>

Acesso em: 07 nov. 2014.

SOSBAI. **Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado. Gravatal, SC 2012.

QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE ARROZ TRATADAS COM DIFERENTES FONTES DE SILÍCIO

Patricia Migliorini¹; Anna dos Santos Suñe¹; Ewerton Gewehr¹; Otávio de Oliveira Corrêa¹; Gustavo Rodrigues²; Guilherme Acosta²; Murilo Bortolotti²; Lilian Madruga de Tunes³

Palavras-chave: fungos, germinação, *Oryza sativa* L. recobrimento, Si, vigor.

INTRODUÇÃO

O uso de sementes de boa qualidade é determinante para o sucesso da semeadura, aliado ao fornecimento adequado de nutrientes que estão diretamente relacionados à produtividade e lucratividade das lavouras. A prática de tratar as sementes está bem difundida e estabelecida, porém, o uso de novas tecnologias, especialmente o recobrimento de sementes utilizando micronutrientes como o silício (Si), pode ser uma alternativa atraente e economicamente viável. O uso do Si tem sido amplamente relatado como um dos elementos minerais que confere inúmeros benefícios para as sementes refletindo nas plantas, principalmente em monocotiledôneas.

Em relação aos parâmetros de qualidade, os atributos fisiológicos e sanitários são de suma importância para o desenvolvimento e estabelecimento das culturas. Assim, a adoção de práticas de manejo que visem à melhoria destes fatores pode garantir o desempenho das sementes no campo. Em trabalhos conduzidos com arroz, pesquisadores observaram em plântulas que o Si reduziu a transmissão de *Bipolares oryza* a partir de sementes infectadas, além de uma melhor emergência e maior massa seca (DALLAGNOL et al. 2013). De acordo com TUNES et al. (2014), avaliando diferentes fontes e doses de Si via tratamento de sementes em arroz, observaram que doses crescentes incrementaram o vigor das sementes e das plântulas avaliadas, através da emergência em campo e maior comprimento radicular, além de, obter um melhor controle de fungos de solo nas sementes.

Poucas informações estão disponíveis na literatura em relação aos efeitos do Si sobre os atributos da qualidade, como o fisiológico e o sanitário das sementes por meio do tratamento via sementes, o qual pode ser potencialmente benéfico para o crescimento e desenvolvimento das plântulas. Diante disto, o trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de arroz tratadas com diferentes fontes de silício.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório Didático de Análise de Sementes, da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas campus Capão do Leão – Estado do Rio Grande do Sul - Brasil.

Foram utilizadas sementes de arroz cv. Puitá Inta CL, as quais foram tratadas com: T1: polímero mais água (testemunha); T2: óxido de Si (casca de arroz carbonizada, concentração de Si 35,52%); T3: óxido de Si (terra diatomácea, concentração de Si 24,52%); T4: silicato de alumínio (caulin, concentração de Si 32,71%); T5: silicato de cálcio puro (sigma aldrich®, concentração de Si 40,66%) e T6: silicato de cálcio comercial (agrosilício®, concentração de Si 10,28%), todos na dose equivalente de Si de 135 g 100kg⁻¹ de sementes mais polímero e água, totalizando um volume de calda de 1 L 100 kg⁻¹ de sementes.

¹Eng. Agrônoma, Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Sementes - Universidade Federal de Pelotas/Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, caixa postal 354 – CEP 96001 970, Pelotas – RS. pati.migliorini@gmail.com.

² Estudantes de Agronomia - UFPel/FAEM.

³ Professora adjunta, PPG Ciência e Tecnologia de Sementes – UFPel/FAEM.

Após o tratamento de sementes, as sementes ficaram expostas a temperatura ambiente por um período de 24 horas para que as mesmas secassem e assim submetidas aos testes de qualidade, tais como:

Germinação: foi realizado com oito repetições de 50 sementes por tratamento, semeados em rolo de papel germitest, umedecidas com água destilada, na proporção de 2 vezes o seu peso. Os rolos foram colocados em germinador a uma temperatura de 25 ± 2 °C. A avaliação foi realizada aos 14 dias após a semeadura e os resultados foram expressos em porcentagens de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Primeira contagem: foi realizada conjuntamente com o teste de germinação, computando-se as porcentagens médias de plântulas normais, sete dias após a instalação do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Emergência em areia aos 7, 14 e 21 dias: oito repetições de 25 sementes foram semeadas em caixas plásticas contendo areia esterilizada e conduzida em câmara de crescimento com temperatura de 20 ± 2 °C e fotoperíodo de 12 h. As avaliações foram realizadas aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura, determinando-se as porcentagens de plântulas emergidas.

Comprimento total, parte aérea e de raiz: foi avaliado aos 21 dias após a montagem do teste de emergência, sendo realizado em dez plântulas escolhidas aleatoriamente. Determinaram-se o comprimento total, parte aérea e de raiz das plântulas com régua regulada em centímetro (cm).

Massa seca de plântulas: foi determinado nas dez plântulas do teste de comprimento, sendo que estas foram dispostas para secar em estufa regulada a 60 °C, até atingirem peso constante, obtido em 72 horas. Após, as amostras foram pesadas e os resultados expressos em g.plântula⁻¹.

Qualidade sanitária: foi realizada pelo método de papel filtro "Blotter test" com congelamento (BRASIL, 2009). Utilizaram-se 200 sementes por tratamento, distribuídas em oito gerbox de 25 sementes cada. As sementes foram incubadas a 20 ± 2 °C com fotoperíodo de 12 h, por sete dias. As análises foram realizadas com lupa e microscópio óptico, sendo as estruturas morfológicas dos fungos identificadas em nível de gênero com auxílio da bibliografia de BARNETT; HUNTER (1972), determinando-se a porcentagem de sementes contaminadas por fungos.

O delineamento foi inteiramente casualizado, com oito repetições. As médias foram submetidas à análise de variância e quando significativas foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), com auxílio do programa estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No resultado da análise de variância das variáveis germinações (G), primeira contagem do teste de germinação (PC), emergência aos 7, 14 e 21 dias (E7, E14 e E21) e comprimento de parte aérea (CTP) não apresentaram diferenças significativas quando relacionadas com as diferentes fontes de Si (Tabela1). Dados esses que estão de acordo com os encontrados por TUNES et al. (2014) em G, PC e CPA, ao trabalharem com essa mesma cultura em duas fontes de Si e diferentes doses.

Tabela 1. Análise de variância para os caracteres de germinação (G), primeira contagem do teste de germinação (PC), emergência aos 7, 14 e 21 dias (E7, E14 e E21) e comprimento de parte aérea (CPA) de arroz submetidas ao tratamento de sementes com diferentes fontes de Si. Pelotas, 2015

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios					
		G	PC	E7	E14	E21	CPA
		-----(%)-----					

Tratamento	5	96.30000 ^{ns}	67.90000 ^{ns}	27.53333 ^{ns}	132.33333 ^{ns}	119.00000 ^{ns}	3.504564 ^{ns}
Resíduo	35	46.877778	87.36667	85.438095	161.8952	148.4095	1.537468
CV (%)	-	6.98	16.49	35.37	17.37	15.43	20.87

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. ^{ns}: não significativo

Na Tabela 2 observa-se que os tratamentos T2, T3, T5 e T6 influenciaram de forma positiva a expressão do vigor, incrementando no comprimento total em 18, 19, 12 e 40% e no comprimento da raiz em 23, 29, 13 e 54%, respectivamente, em relação à testemunha. Para a massa seca de plântulas os tratamentos T2, T3 e T6 influenciaram no aumento de 36, 10 e 18%, respectivamente, quando comparado ao tratamento T1 (sem a presença de silício). Na pesquisa de VIEIRA et al. (2011), não observaram efeito positivo na qualidade das sementes quando essas foram produzidas com diferentes doses de silício, entretanto, TUNES et al. (2014) e DALLAGNOL et al. (2013) observaram que o silício promove a manutenção do vigor das plântulas de arroz.

Tabela 2. Valores médios de comprimento total (CT), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântulas de arroz procedentes de sementes recobertas com Si. Pelotas, 2015.

Tratamento	CT (cm)	CR (cm)	MS (g)
T1	9.27 b*	3.90 b	0.009 ab
T2	11.37 ab	5.09 ab	0.014 a
T3	11.48 ab	5.49 ab	0.010 ab
T4	8.63 b	3.53 b	0.007 b
T5	10.47 ab	4.51 ab	0.008 ab
T6	15.35 a	8.40 a	0.011 ab
CV (%)	32.75	51.62	43.7

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os fungos detectados na análise sanitária das sementes de arroz foram *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Cladosporium* spp., *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Epicocum* spp. e *Curvularia* spp. (Tabela 3). Observou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos para os fungos de armazenamento *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp. e o de campo *Fusarium* spp. A alta incidência dos fungos de armazenamento pode ser favorecida pelas condições inadequadas do ambiente em que as sementes estão armazenadas. Poderá também, reduzir a viabilidade e a germinação, além de acelerar o processo de deterioração das sementes e auxiliar na produção de toxinas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Tabela 3. Incidência de *Penicillium* spp. (*Penic*), *Aspergillus* spp. (*Asper*), *Cladosporium* spp. (*Cladosp*), *Fusarium* spp. (*Fusa*), *Alternaria* spp. (*Alte*), *Epicocum* spp. (*Epico*) e *Curvularia* spp. (*Curvu*) em sementes de arroz recobertas com diferentes fontes de silício.

Tratamento	<i>Penic</i>	<i>Asper</i>	<i>Cladosp</i>	<i>Fusa</i>	<i>Alte</i>	<i>Epico</i>	<i>Curvu</i>
	----- (%) -----						
T1	89 ^{ns}	6 ^{ns}	29 a*	0 ^{ns}	29a	1 ^{ns}	3 a
T2	89	7	2 b	1	2 b	0	0 b
T3	83	7	12 ab	1	5 b	0	0 b
T4	97	11	11 ab	4	3 b	4	0 b
T5	91	6	12 ab	0	1 b	1	0 b
T6	92	4	2 b	0	2 b	0	0 b
CV (%)	5.05	48.92	43.06	69.2	27.5	63.38	36.88

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferenciam entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ^{ns}: não significativo.

Os tratamentos T2 e T6 reduziram a incidência de *Cladosporium* spp. em 93% quando comparadas com a testemunha (T1). As diferentes fontes de Si foram eficientes para o controle dos fungos de campo, como a *Curvularia* spp. e a *Alternaria* spp. Os fungos de campo reduzem a qualidade fisiológica das sementes, além de serem eficientes veículos de disseminação em áreas de cultivo agrícola. Para o controle de patógenos o principal método é o químico, no entanto, o uso de micronutrientes como o silício, pode ser uma alternativa atrativa e eficiente para reduzir a incidência de patógenos, como observado no presente

trabalho.

CONCLUSÕES

A aplicação do silício via tratamento de sementes auxilia na qualidade fisiológica das sementes de arroz.

Os produtos a base de silício controlam a incidência de fungos de campo nas sementes de arroz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009.

BARNET, H. L.; HUNTER, B. B. (Ed. 3). **Illustrated genera of imperfect fungi**. Minneapolis: Burgess, 1972.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. (Ed. 5). **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2012.

DALLAGNOL, L. J. et al. Silicon improves the emergence and sanity of rice seedlings obtained from seeds infected with *Bipolaris oryzae*. **Tropical plant pathology**, Brasília, DF, v.38, n.6, p. 478-484, nov-dez. 2013.

RODRIGUES, F. A. **Fertilização silicatada na severidade da queima das bainhas (*Rhizoctonia Solani* Kuhn) Do Arroz**. 2000. 100f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

TUNES, L. M. et al. A. Qualidade fisiológica, sanitária e enzimática de sementes de arroz irrigado recobertas com silício. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.61, n.5, p.675-685, set-out. 2014.

VIEIRA, A. R. et al. Qualidade de sementes de arroz irrigado produzidas com diferentes doses de silício. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, PR, v. 33, n. 3, p. 490-500, 2011.

QUALIDADE INDUSTRIAL DO ARROZ DE TERRAS ALTAS (BRS ESMERALDA) COM UREIA CONVENCIONAL E UREIA REVESTIDA, EM FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA

José Roberto Portugal¹; Orivaldo Arf²; Amanda Ribeiro Peres¹; Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues²; Alex Rangel Gonzaga³; Mayara Rodrigues³

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., rendimento de benefício; adubação nitrogenada

INTRODUÇÃO

Os estudos realizados na tentativa de aumentar a eficiência no uso do fertilizante nitrogenado, por meio do recobrimento de fertilizantes com polímeros, tem aumentado nos últimos anos (FERREIRA, 2012). O revestimento dos fertilizantes tradicionais por substâncias orgânicas, inorgânicas ou resinas sintéticas, interfere diretamente no mecanismo e intensidade do processo de liberação dos nutrientes, liberando de forma gradual (GIRARDI; MOURÃO FILHO, 2003), e dessa forma acaba reduzindo as perdas por volatilização e lixiviação. Entre os fertilizantes revestidos, existe a ureia revestida com polímero, denominado Kimcoat N[®].

O Kimcoat N[®] é constituído por um grânulo de ureia revestida com três camadas de aditivos especiais, onde cada camada possui sua função. A última camada é dotada de um corante para diferenciar do convencional e esta camada é constituída por um aditivo de baixa solubilidade que necessita de um volume maior de água para desfazê-la, diminuindo as perdas do nitrogênio por volatilização. Os outros dois polímeros estarão em solução junto com o amônio, dificultando assim o seu reconhecimento pelas bactérias nitrificadoras e, com isso, reduz-se a perda por lixiviação, além de reduzir o gasto energético pelas plantas, para metabolizar o nitrogênio na forma amoniacal. Portanto, potencializa-se a eficiência do fertilizante, reduzindo às perdas por volatilização, lixiviação e desnitrificação permitindo ainda um menor gasto energético pelas plantas ao metabolizar uma fração do nitrogênio na forma amoniacal (FERREIRA, 2010).

Na cultura do arroz, o nitrogênio tem grande importância, pois além de proporcionar aumentos consideráveis de produtividade (BARBOSA FILHO; FAGERIA, 2013), a adubação nitrogenada é capaz de influenciar na qualidade industrial dos grãos de arroz, havendo controvérsias sobre o grau de influência na mesma (MINGOTTE; HANASHIRO; FORNASIERI FILHO, 2012).

Como a qualidade industrial dos grãos de arroz reflete diretamente o valor do produto no mercado (CAZETTA et al., 2006), torna-se relevante estudar a influência de fontes de ureia (ureia convencional e ureia revestida) em função de doses de nitrogênio em arroz de terras altas, cultivar BRS Esmeralda irrigado por aspersão, sob a qualidade de grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na safra de 2013/14 em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS, situada aproximadamente a 51° 22' de longitude Oeste de Greenwich e 20° 22' de Latitude Sul, com altitude de 335 metros. O solo da área experimental é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso. A precipitação pluvial média anual é de 1.330 mm, com temperatura média anual de aproximadamente 25 °C e umidade relativa do

¹ Pós - Graduandos do Curso de Agronomia da UNESP – Ilha Solteira, Av. Brasil, 56 (Centro), Ilha Solteira – SP E-mail: jrp_agro@yahoo.com

² Docentes do Curso de Agronomia da UNESP Ilha Campus de Ilha Solteira – SP.

³ Graduandos do Curso de Agronomia da UNESP Ilha Campus de Ilha Solteira – SP.

ar média anual de 66%.

Antes da instalação do experimento foi realizada análise de solo da área, na camada de 0,0 – 0,20, apresentando: P (resina): 29 mg dm⁻³; M.O: 18 g dm⁻³; pH (CaCl₂): 5,0; K, Ca, Mg, Al, CTC (mmol_cdm⁻³): 1,4; 12; 8; 6; 50,4, respectivamente e V%: 42.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 10 tratamentos dispostos em esquema fatorial 2x5, com quatro repetições, para avaliar duas fontes de ureia (comum e ureia revestida com polímero) e cinco doses de nitrogênio (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹ de N) com a cultivar BRS Esmeralda.

O preparo do solo foi realizado utilizando-se escarificador e duas gradagens para destorroamento e nivelamento do solo, sendo a última às vésperas da semeadura.

As parcelas foram constituídas por 5 linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento entrelinhas de 0,35m. A área útil foi constituída pelas três linhas centrais, desprezando-se 0,50 m em ambas as extremidades de cada linha.

A adubação química básica nos sulcos de semeadura foi calculada de acordo com as características químicas do solo, com 300 kg ha⁻¹ da fórmula 4-14-8 (11,82% de S).

A semeadura foi realizada mecanicamente no dia 21/11/2013, utilizando a quantidade de sementes necessária para se obter 180 plantas m⁻². As sementes foram tratadas com o inseticida fipronil na dose de 50 g i.a. para 100 kg de sementes. Logo após a semeadura, aplicou-se o herbicida pré-emergente pendimetalina (1.400 g i.a. ha⁻¹).

A irrigação foi realizada de acordo com a necessidade da cultura, utilizando um sistema fixo de irrigação por aspersão com precipitação média de 3,3 mm hora⁻¹ nos aspersores. A quantidade de água irrigada foi calculada pelo método do Tanque Classe A, utilizando três coeficientes de cultura (Kc), distribuídos em quatro períodos compreendidos entre a emergência e a colheita. Para a fase vegetativa foi utilizado o valor de 0,4; para a fase reprodutiva dois coeficientes de cultura (Kc), o inicial de 0,70 e o final de 1,00 e para a fase de maturação estes valores foram invertidos, ou seja, o inicial de 1,00 e o final de 0,70. A reposição de água foi realizada quando a evapotranspiração da cultura (ETc) acumulada atingia valores próximos da água disponível do solo (ADS) preestabelecidos.

O controle de plantas daninhas em pós-emergência ocorreu aos 10 dias após a emergência (DAE) com o herbicida metsulfurom-metilico (2,0 g ha⁻¹). As plantas não controladas pelos herbicidas foram controladas manualmente com capina. Realizou-se uma aplicação de fungicida trifloxistrobina (75 g i.a. ha⁻¹) + tebuconazol (150 g i.a. ha⁻¹) aos 68 DAE no pré-florescimento de forma preventiva.

A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada aos 40 dias após a emergência das plântulas na superfície do solo com as respectivas doses e fontes. Em relação as fontes que foram utilizadas, a ureia apresentava 46% de N e a ureia revestida com polímero (Kimcoat®) continha 43% de nitrogênio. Logo após adubação, a área foi irrigada de acordo com a necessidade (aproximadamente 10 mm).

Foram avaliados o rendimento de benefício; rendimento de inteiros e quebrados, os quais foram determinados de acordo com o seguinte procedimento: foi coletada uma amostra de 100g de grãos de arroz em casca de cada parcela, a qual foi processada em engenho de prova, por 1 minuto; em seguida, os grãos brunidos (polidos) foram pesados e o valor encontrado foi considerado como rendimento de benefício, sendo os resultados expressos em porcentagem. Posteriormente, os grãos brunidos (polidos) foram colocados no “Trieur” nº 0 e a separação dos grãos foi processada por 30 segundos; os grãos que permaneceram no “Trieur” foram pesados, obtendo-se o rendimento de inteiros e os demais, grãos quebrados, ambos expressos em porcentagem.

Os dados foram avaliados por meio da análise de variância pelo teste F. Quando o valor de F foi significativo ao nível de 5 % de probabilidade, aplicou-se o teste de Tukey para as fontes de nitrogênio (ureia e ureia revestida) e análise de regressão para as doses.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência das plântulas de arroz ocorreram sete dias após a semeadura. O

florescimento pleno ocorreu aos 73 dias após a emergência (DAE) (09/02/2014) e a colheita dos grãos foi realizada aos 102 DAE (10/03/2014).

Na Tabela 1, estão apresentados os valores médios do rendimento de benefício, de inteiros e grãos quebrados de arroz de terras altas, irrigado por aspersão.

De acordo com os valores obtidos, verifica-se que não houve diferença entre os tratamentos submetidos, no entanto, deve-se ressaltar que os resultados foram adequados. O rendimento de benefício é o percentual de arroz descascado (inteiros e quebrados), resultantes do benefício do arroz em casca (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006). Todos os valores estão dentro do mínimo exigido para ser comercializado. Nacionalmente, atribui-se ao arroz em casca uma renda no benefício de 68%, constituída de rendimento de grãos inteiros de 40% e 28% de grãos quebrados e quítera, apurados depois do produto descascado e polido (BRASIL, 1988).

Raros são os estudos sobre a utilização de ureia revestida em arroz de terras altas, no entanto, Soares (2004) relata que o uso de nitrogênio amoniacal revestido, é uma alternativa importante para dar sustentabilidade ao arroz de terras altas.

Tabela 1. Qualidade de grãos de arroz de terras altas (BRS Esmeralda), irrigado por aspersão, em função do uso de fontes de ureia e doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, Selvíria – MS (2013/14).

Tratamentos		Rendimento de Benefício (%)	Rendimento de Inteiros (%)	Grãos Quebrados (%)
Fontes (F)				
Ureia comum		71,2	67,2	3,9
Ureia revestida		70,6	66,6	4,0
Doses de N (kg ha⁻¹)				
0		71,7	68,2	3,5
30		71,2	67,0	4,1
60		70,8	66,9	3,8
90		70,0	65,9	4,1
120		70,7	66,5	4,3
F ¹	F	0,87	0,79	0,55
	N	1,08	1,20	1,89
	F x N	0,33	0,42	2,42
CV (%)		2,39	3,32	16,96

CV – coeficiente de variação. ¹Valores do teste F da análise de variância

Cazetta et al. (2006) e Fonseca et al. (2012), trabalhando com doses de N (0, 25, 50, 75, 100 e 125 kg ha⁻¹) em arroz de terras altas, não observaram diferença no rendimento de benefício, rendimento de inteiros e quebrados. Cazetta et al. (2006) concluem que a adubação nitrogenada não influenciou nos parâmetros avaliados, entretanto todos os tratamentos apresentaram excelente qualidade industrial.

A cultivar BRS Esmeralda foi lançada recentemente, por isso, são escassos os resultados de pesquisa disponíveis na literatura. Castro et al. (2014), estudando o rendimento de inteiros em cultivares de arroz de terras altas, em função da colheita em dias após o florescimento (25, 32, 39 e 46), observaram que a cultivar BRS Esmeralda chegou ao máximo de 62% de rendimento de grãos inteiros, quando colhida aos 32 dias após o florescimento. Os autores ressaltam que essa cultivar se destaca pela estabilidade de rendimento de inteiros, pois, não apresenta decréscimo brusco de rendimento, mesmo sendo colhida alguns dias após o período ideal.

CONCLUSÃO

A ureia comum e ureia revestida, assim como as doses de nitrogênio em cobertura, não influenciaram na qualidade industrial do arroz de terras altas (BRS Esmeralda).

Todos os tratamentos, resultaram em grãos de arroz com ótima qualidade industrial

AGRADECIMENTOS

À EMRAPA Arroz e Feijão, pelo fornecimento das sementes do cultivar BRS Esmeralda

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K. Calagem e adubação. In: SANTIAGO, C. M.; BRESEGHELLO, H. C. P.; FERREIRA, C. M. (Ed.) **Arroz: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 2013. p.37-73.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria nº 269, de 17 de novembro de 1988. **Norma de identidade, qualidade, embalagem e apresentação do arroz**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 22 nov. 1988. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=13111>>. Acessado em: 30 mai. 2015.
- CASTRO, A. P. et al. **BRS Esmeralda: Cultivar de Arroz de Terras Altas com Elevada Produtividade e Maior Tolerância à Seca**. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/100144/1/comunicadotecnico-215.pdf>>. Acessado em: 30 mai. 2015.
- CAZETTA, D. A. et al. Qualidade industrial do arroz de terras altas cultivado após diferentes coberturas vegetais e doses de nitrogênio em sistema de plantio direto. **Científica**, Jaboticabal, v.34, n.2, p.155-161, 2006. Disponível em: <<http://cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/viewFile/113/79>>. Acesso em: 28 mai. 2015.
- FERREIRA, E. V. **Vamos economizar fertilizantes mantendo a nutrição das plantas? 2010**. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Newsletter.asp?data=27/05/2010&id=21626&secao=Colunas%20Assinadas>>. Acesso em: 20 mai. 2015.
- FERREIRA, D. A. **Eficiência agrônômica da ureia revestida com polímero na adubação do milho**. 2012. 85 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- FONSECA, A. E. et al. Preparo do solo e doses de nitrogênio em cobertura em arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 3, p. 246-253, jul/set. 2012. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/pat/article/view/16933/11443>>. Acesso em: 01 jun. 2015.
- FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J. L. (Ed). **Manual da cultura do arroz**. Jaboticabal, SP: Funep, 2006.
- GIRARDI, E. A.; MOURÃO FILHO, F. A. A. Emprego de fertilizantes de liberação lenta na formação de pomares de citros. **LARANJA**, Cordeirópolis, v.24, n.2, p.507-518, 2003. Disponível: <<http://revistalaranja.centrodecitricultura.br/edicoes/7/11/v24%20n2%20art18.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2015.
- MINGOTTE, F. L. C.; HANASHIRO, R. K.; FORNASIERI FILHO, D. Características físico-químicas do grão de cultivares de arroz em função da adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, suplemento 1, p.2605-2618, 2012. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/8151>> Acesso em: 20 mai. 2015.
- SOARES, A. A. Desvendando o segredo do insucesso do plantio direto do arroz de terras altas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 25, n. 222, p. 58-66, 2004. Disponível em: <http://www.epamig.br/index.php?option=com_content&task=view&id=1600>. Acesso em: 01 jun. 2015.

QUALIDADE INDUSTRIAL E PRODUTIVIDADE DO ARROZ DE TERRAS ALTAS APÓS ADUBAÇÃO VERDE E DESCOMPACTAÇÃO MECÂNICA NO CERRADO*

Fabiana Aparecida Fernandes¹; Vagner do Nascimento¹; Orivaldo Arf²; Marlene Cristina Alves²; Paulo Ricardo Teodoro da Silva³; Epitácio José de Souza¹; Eder de Souza³

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., rendimento de benefício, sistema plantio direto

INTRODUÇÃO

A rentabilidade da cultura do arroz está diretamente relacionada à produtividade e a qualidade do arroz produzido, sendo o percentual de grãos inteiros uma das características mais importantes para determinar seu valor de comercialização (MARCHEZAN et al., 1993). As condições de clima durante a maturação dos grãos, as características genéticas das cultivares utilizadas aliadas ao manejo inadequado, influenciam o aparecimento de fissuras, responsáveis pela diminuição da qualidade industrial dos grãos (MARCHEZAN, 1991). Neste sentido, o cultivo antecessor de adubos verdes (AV) e a descompactação mecânica (DM) são alternativas para minimizar a compactação da camada superficial do solo em sistema de plantio direto (SPD) e promover melhor desenvolvimento do sistema radicular melhorando o aproveitamento de água e nutrientes. Assim, o trabalho teve por objetivo avaliar o rendimento industrial dos grãos integrais e polidos e a produtividade de grãos do arroz de terras altas, após manejo do solo com descompactação mecânica esporádica e o cultivo anterior de adubos verdes em SPD no cerrado de baixa altitude.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em área experimental da UNESP – Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria, MS, em 2013/14, em Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa, com altitude local de 335 m. Os valores médios anuais de precipitação anual, temperatura e umidade relativa do ar são, respectivamente, 1.370 mm, 23,5°C e 66%. Antes da instalação do experimento foi realizada a caracterização química e física do solo em toda área experimental em 14/06/2012 (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo da área experimental, nas camadas estudadas, antes da instalação do experimento, Selvíria, MS, 2012.

Prof. (m)	Atributos químicos							Atributos físicos				
	P	M.O.	pH	K	Ca	Mg	Al	V	Ma	Mi	PT	DS
	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	-----	(mmol _c dm ⁻³)	-----		%	-----	m ³ m ⁻³	-----	Mg dm ⁻³
0,00-0,20	24	18	5,1	2,2	22	14	2	53	0,07	0,35	0,42	1,53
0,20-0,40	7	13	4,8	1,4	10	8	2	40	0,10	0,36	0,46	1,42

Prof.(m): profundidade do solo (metro); P: fósforo disponível (resina); M.O.: Matéria orgânica; K, Ca, Mg e Al trocáveis; V(%): saturação por bases; Ma: Macroporosidade, Mi: Microporosidade; PT: Porosidade Total e DS: Densidade do solo.

Aplicou-se em toda área experimental em 10/07/2012, 1.600 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico a lanço. O preparo com escarificador foi realizado em 09/08/2012, em parte da

*Trabalho desenvolvido com auxílio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP.

¹ Doutorandos do Curso de pós-graduação em Agronomia da UNESP – Ilha Solteira, Av. Brasil, 56 (Centro), Ilha Solteira (SP), E-mail: vagnern@gmail.com (bolsista FAPESP).

² Professores da UNESP – Ilha Solteira.

³ Graduando e Mestrando da UNESP – Ilha Solteira

área experimental, antes da semeadura das PC, com escarificador de sete hastes à profundidade de trabalho de 0,30 m e largura da faixa de corte de 2,10 m. Na parte escarificada foi realizada uma operação com grade leve. Todas as plantas de coberturas (PCs) foram semeadas manualmente em 14/08/2012, sem adubação, com uso de matracas e espaçamento entrelinhas de 0,45 m. A densidade de semeadura utilizada para o guandu anão (60 kg ha^{-1}), crotalária e milheto (30 kg ha^{-1}), *Urochloa* (12 kg ha^{-1}). Todas as PCs foram dessecadas aos 63 dias após a semeadura (DAS) com os herbicidas glyphosate (1.440 g ha^{-1} do i.a.) + 2,4-D (670 g ha^{-1} do i.a.). Após 10 dias da dessecação, realizou-se uma operação com triturador mecânico em todas as PCs, com altura de corte de 0,10 m.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados disposto em esquema fatorial 5x2 para o arroz, com 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de cinco PC (pousio, guandu, *Crotalaria juncea*, *Urochloa ruziziensis* e milheto) com e sem escarificação mecânica do solo. Nos pousios com e sem escarificação mecânica do solo, permitiu-se o desenvolvimento da vegetação espontânea. Cada parcela experimental foi constituída de 7 m de largura e 12 m de comprimento. Os dados climáticos registrados durante a condução do experimento das PC e arroz constam na Figura 1 C.

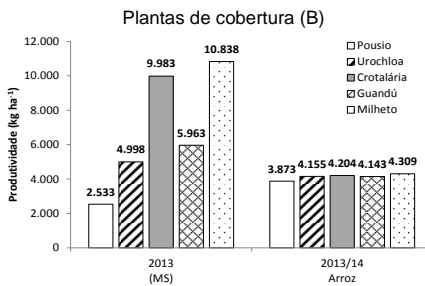
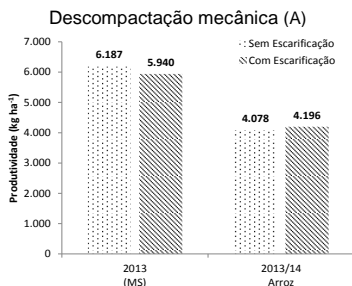
O cultivo do arroz foi em sucessão às PCs na primavera de 2012 e 2013, seguido dos cultivos do feijão, em 2012/13. A semeadura mecânica do arroz foi realizada em 21/12/2013, usando o cultivar IAC 202, com espaçamento de 0,35 m entrelinhas, sendo conduzido de dezembro a abril, sob irrigação por aspersão, com adubação de base de 280 kg ha^{-1} da formula 04-14-08 e adubação de cobertura de 60 kg ha^{-1} de nitrogênio usando como fonte o sulfato de amônio, sendo realizada aos 30 dias após a emergência das plantas (DAE). A colheita manual das parcelas foi realizada em 10/04/2014.

Para realização do rendimento industrial dos grãos integrais e polidos do arroz foi retirada uma amostra de 100 g de grãos de arroz de cada parcela para ambas as avaliações. Para o rendimento de grãos polidos a amostra foi processada em engenho de prova, por 1 minuto e, em seguida, os grãos brunidos (polidos) foram pesados, sendo que o valor encontrado foi considerado como rendimento de benefício. Posteriormente, os grãos brunidos foram colocados no "Trieur" número 1 por 30 segundos, para separação dos grãos inteiros e quebrados. Processo semelhante foi realizado para o rendimento de grãos integrais, porém sem polimento dos grãos. Todos os resultados expressos em porcentagem (%). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

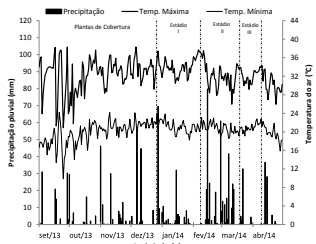
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência do arroz ocorreu uniformemente no sexto DAS. O florescimento pleno e a colheita ocorreram aos 82 e 106 DAE das plantas, respectivamente. Em relação à produção de massa seca (MS) da parte aérea das plantas de cobertura houve interações significativas (Figura 1, D), para PC dentro de DM e desta dentro de PC, merecendo destaque o cultivo anterior de milheto, independente da escarificação, que promoveu maior produtividade de MS. As taxas diárias de acúmulo de produtividade de MS (63 DAS) das PCs foram: milheto (172 kg ha^{-1}), *Urochloa* (79 kg ha^{-1}), guandu e crotalária (95 kg ha^{-1}).

A descompactação mecânica do solo e o cultivo anterior de PCs não influenciaram na produtividade de grãos do arroz, porém apresentaram boas produtividades de grãos, oscilando entre 3.873 e 4.309 kg ha^{-1} , após cultivos sucessivos de PCs em relação ao pousio (Figura 1, A e B). No entanto, Nakayama e Arf (2008) e Nascente et al. (2011) obtiveram maior produtividade do arroz no tratamento com escarificador, em comparação ao SPD e o sistema convencional. Já PACHECO et al. (2011) trabalhando com quatro espécies de cobertura e pousio, obtiveram maior produção de arroz após cultivo de *Pennisetum glaucum* em SPD, porém não observaram diferença com as mesmas plantas de coberturas no sistema convencional de preparo de solo.



Dados Climáticos -ano 2013/14 (C)



Ano 2013 (D)

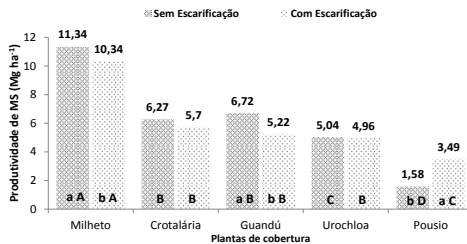


Figura 1, A e B. Valores médios de massa seca (MS) da parte aérea das plantas de cobertura (PC) e produtividade de grãos do arroz. CV(%) = 9,49 e 7,35, 2013/14. Figura 1, C, Precipitação pluvial (mm), temperatura máxima e mínima (°C), estágio I (vegetativo) estágio II (reprodutivo) e estágio III (maturação), durante a condução dos experimentos de plantas de cobertura e arroz de terras altas, 2013/14. Figura 1, D. Desdobramento da interação para produtividade de MS da parte aérea das PCs, após descompactação mecânica (DM) do solo (1º ano) em SPD. Médias seguidas de mesma letra minúscula, para PC dentro de DM (0,84 Mg ha⁻¹), e maiúscula, na DM dentro de PC (1,19 Mg ha⁻¹), não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância, Selvíria, MS, 2013.

Tabela 2. Valores médios do rendimento de benefício (RB), inteiros (RI) e quebrados (RQ) de grãos integrais e polidos do arroz de terras altas, após descompactação mecânica do solo e adubação verde na primavera em SPD implantado no cerrado, Selvíria, MS, 2013/14.

Tratamentos	Grãos Integrais			Grãos Polidos		
	RB	RI	RQ	RB	RI	RQ
%-----						
Descompactação mecânica do solo (DM)						
Sem	79,28	76,64	2,60	74,0	69,8	4,2
Com	79,71	76,89	2,60	74,2	70,1	4,1
Plantas de cobertura (PC)						
Pousio	79,41	76,51	2,85	73,4	69,5	4,2
Urochloa	79,63	76,85	2,41	74,4	70,5	3,9
Crotalária	80,34	77,90	2,42	73,9	69,5	4,3
Guandú	77,76	74,90	2,69	74,3	70,2	4,1
Milheto	80,36	77,89	2,63	74,1	70,0	4,1
Valores de F						
DM	0,32 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,35 ^{ns}
PC	1,57 ^{ns}	1,70 ^{ns}	1,18 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,57 ^{ns}
DM x PC	0,62 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,58 ^{ns}	1,29 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,42 ^{ns}
CV(%)	3,01	3,38	18,77	1,63	2,30	14,79

^{ns} não significativo e * significativo ao nível de 5% de significância pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra, dentro de épocas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O rendimento de benefício, rendimento de inteiros e quebrados (Tabela 2) não foram influenciados pelos tipos de preparo do solo e pelas coberturas vegetais cultivadas

anteriormente ao arroz, concordando com os dados obtidos por CAZZETA et al. (2006) na safra 2001/02, que não verificaram influência das coberturas vegetais e da aplicação de doses de N para essas características industriais, porém discordando dos dados obtidos pelos mesmos autores na safra 2002/03, em que o arroz apresentou o maior rendimento de benefício e de inteiros quando cultivado após o guandu e maior quantidade de grãos quebrados na área após mucuna-preta. Os resultados também discordam dos obtidos por OI (2012) em relação ao manejo do solo, que observou menor porcentagem de grãos quebrados com manejo do solo com escarificador.

Na Tabela 2, pode-se observar que os grãos integrais apresentaram qualidade industrial maior que os grãos polidos e menor quantidade de grãos quebrados, em consequência de não serem submetidos à operação de polimento, que devido ao maior tempo de fricção e abrasão sofridas pelos grãos polidos no brunidor, aumenta a quantidade de grãos quebrados.

CONCLUSÃO

A descompactação mecânica do solo e o cultivo anterior de plantas de cobertura não influenciaram na qualidade industrial dos grãos integrais e polidos, assim como na produtividade de grãos do arroz de terras altas em cerrado de baixa altitude.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pela concessão da bolsa de doutorado ao segundo autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, RJ: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997.

CAZZETA, D. A. et al. Qualidade industrial do arroz de terras altas cultivado após diferentes coberturas vegetais e doses de nitrogênio em sistemas de plantio direto. **Científica**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 155-161, 2006.

MARCHEZAN, E. **Relações entre épocas de semeadura, de colheita e rendimento industrial em grãos inteiros de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.)**. 1991. 102p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba – SP.

MARCHEZAN, E. et al. Relações entre épocas de semeadura, de colheita e rendimento de inteiros de cultivares de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 7, p. 843-848, 1993.

NAKAYAMA, F. T.; ARF, O. Preparo do solo, manejo de água e nitrogênio em cobertura no arroz de terras altas. **Revista OMNIA EXATAS**, v. 1, p. 15-20, 2008

NASCENTE, A. S. et al. Produtividade do arroz de terras altas em função do manejo do solo e da época de aplicação de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 60-65, 2011.

OI, W. M. **Manejo do solo e da adubação nitrogenada em arroz de terras altas irrigado por aspersão**. 2008. 43f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira – SP.

PACHECO, L. P. et al. Produção e ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura nas culturas de arroz de terras altas e de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 1787-1799, 2011.

RECOBRIMENTO DE SEMENTES DE ARROZ COM SILÍCIO: QUALIDADE FISIOLÓGICA E EXPRESSÃO ENZIMÁTICA

Ewerton Gewehr¹; Anna dos Santos Suñe¹; Gabriel Bandeira Duarte²; Luiz Henrique Konzen²; Douglas Bolacel Braga²; Anita de Farias Nunes²; Jucilayne Fernandes Vieira³; Lillian Vanusa Madruga de Tunes⁴

Palavras-chave: *Oryza sativa* L. germinação, vigor, Si.

INTRODUÇÃO

O levantamento de safra de arroz aponta que a produção ultrapassou os 12 milhões de toneladas do grão no Brasil. Basicamente a mesma quantidade dos grãos é consumida internamente no país. O Rio Grande do sul é o maior produtor de arroz do Brasil, alcançando uma produção nesta safra de aproximadamente 8,6 milhões de toneladas, com acréscimo de 6,3% na produtividade em relação a safra anterior (CONAB, 2015). Devido a importância deste cereal, torna-se cada vez mais importante utilizar sementes de alta qualidade aliada a práticas que possibilitem um alto rendimento da cultura. Para isso, diferentes doses e fontes de nutrientes estão sendo estudados, a exemplo do silício.

O silício (Si) é um elemento considerado benéfico, devido à possibilidade de elevar a produtividade das culturas agrícolas através da redução da ocorrência de pragas e doenças (TEIXEIRA et al., 2008), maior resistência ao acamamento, tolerância ao estresse hídrico e a metais pesados. A resistência das plantas às doenças pode ser aumentada por meio da formação de barreiras mecânicas e/ou pela alteração das respostas químicas da planta ao ataque do parasita, aumentando a síntese de toxinas que podem agir como substâncias inibidoras ou repelentes. Também pode-se atribuir ao Si a formação de barreiras mecânicas nas folhas e mudanças na anatomia da planta, tais como, células epidérmicas mais grossas e um grau maior de lignificação e/ou silicificação (acúmulo de silício).

A aplicação de silício nas culturas é de extremo interesse ao produtor, mesmo não sendo essencial fisiologicamente para as plantas, proporciona vários benefícios diretos e indiretos a elas, especialmente para as monocotiledôneas como o arroz. O silício aumenta o crescimento e o desenvolvimento da planta com correspondente acréscimo na produtividade, além de controlar várias enfermidades do arroz (SAVANT et al., 1997). A ação benéfica do Si tem sido associada a diversos efeitos indiretos, como aumento da eficiência da capacidade fotossintética, redução da transpiração, aumento da resistência mecânica das células (CAMARGO et al., 2007) e na adaptação das plantas a condições de estresses abióticos e bióticos (EPSTEIN, 1994).

Com base no exposto, o objetivo do trabalho foi verificar a influência do silício aplicado via recobrimento de sementes de arroz sob a qualidade fisiológica e expressão enzimática das sementes produzidas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório Didático de Análise de Sementes (LDAS) Flávio Farias Rocha e na casa de vegetação da Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, município de Capão do Leão - RS. Foram utilizadas sementes de arroz da cultivar Irga 424, semeadas na safra agrícola 2013/2014.

Os tratamentos foram feitos a partir do recobrimento das sementes de arroz, realizado com duas fontes de silício, silicato de alumínio – 70% de SiO₂ (Caulim[®]) e casca de arroz carbonizada – 95% de SiO₂, as doses utilizadas foram: 0; 30; 60; 90; 120 e 150 g.100 kg⁻¹ de sementes para ambas as fontes avaliadas. Logo em seguida, as sementes foram recobertas com polímero da marca comercial Sepiret[®] na dosagem de 300 mL.100 kg⁻¹ de sementes, totalizando um volume de calda de 1L.100 kg⁻¹ de sementes. Após o tratamento,

¹Eng. Agrônomo Doutorando em Ciência e Tecnologia de Sementes - Universidade Federal de Pelotas/Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, caixa postal 354 – CEP 96001 970, Pelotas – RS. ewertongewehr@hotmail.com.

²Estudantes de Agronomia - UFPel/FAEM.

³Eng. Agrônoma Pós doutoranda, PPG Ciência e Tecnologia de Sementes – UFPel/FAEM.

⁴Professora adjunta, PPG Ciência e Tecnologia de Sementes – UFPel/FAEM.

as sementes ficaram expostas a temperatura ambiente por um período de 24 horas para que as mesmas secassem.

Logo após esse período realizou-se a semeadura em baldes de 12 litros, preenchidos com solo peneirado. As adubações foram realizadas de acordo com os resultados da análise de solo. O experimento foi conduzido até a fase de maturação de campo, sendo posteriormente realizado a avaliação da qualidade fisiológica e a expressão da enzima Malato Desidrogenase (MDH) das sementes produzidas.

Para a determinação da qualidade fisiológica das sementes produzidas foram avaliados os seguintes testes:

Germinação (G): Nesse teste foram semeadas quatro sub-amostras de 50 sementes, em rolos de papel germitest umedecidos, com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. Os rolos foram colocados no germinador a uma temperatura 25°C. A avaliação foi realizada aos 14 dias, na qual foi determinada a percentagem de plântulas normais, de acordo com as Regras para Análise de Semente (BRASIL, 2009).

Primeira contagem de germinação (PCG): foi realizado conjuntamente com o teste de germinação, computando-se as porcentagens médias de plântulas normais, após cinco dias da instalação do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Teste de frio (TF): foi realizado utilizando quatro repetições de cada tratamento, contendo quatro subamostras de 50 sementes, semeadas em rolos de papel germitest umedecidas, com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. Os rolos foram colocados em sacos plásticos fechados, permanecendo por sete dias na geladeira a 10 °C, após colocados no germinador a uma temperatura de 25°C por cinco dias.

Envelhecimento acelerado (EA): as sementes de arroz foram distribuídas sobre telas de alumínio fixadas no interior de caixas plásticas, contendo 40 ml de água destilada, mantida a 41°C, por 72 e 120 horas. Após este período, as sementes foram colocadas para germinar seguindo a metodologia do teste de germinação.

Para determinação da atividade da enzima Malato Desidrogenase (MDH - EC 1.1.1.37), foram analisadas dez sementes por tratamento, e maceradas em gral de porcelana. De cada amostra, 200 mg do extrato vegetal foram colocados em tubos *ependorf*, acrescidos de solução extratora (tampão do gel + 0,15% de 2-mercaptoetanol), na proporção 1:2 (p/v). A eletroforese foi realizada em géis de poliacrilamida 7%, colocando-se 20µL de cada amostra, em orifícios feitos com o auxílio de um pente de acrílico. Duas aplicações (repetições) para cada uma das amostras foram realizadas.

Os padrões enzimáticos foram analisados pelo sistema de tampões, descrito por Scandalios (1969). Os géis foram colocados em cubas eletroforéticas horizontais, mantidas em câmara fria, com temperatura entre 4 e 6°C. As migrações eletroforéticas foram realizadas com uma diferença de potencial de 10 V.cm⁻¹, até que a linha frontal, formada pelo azul de bromofenol, atingisse 9 cm do ponto de aplicação. Os géis foram revelados conforme Scandalios (1969) e Alfenas (1998). Os géis de eletroforese foram fixados em solução 5-5-1, de água destilada: metanol: ácido acético.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizados com quatro repetições. As médias obtidas foram submetidas à análise de regressão e quando necessário também foram realizados teste de comparação de média. A análise estatística foi realizada com auxílio do pacote estatístico Winstat (MACHADO e CONCEIÇÃO, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação aos resultados encontrados na qualidade fisiológica e vigor de sementes produzidas que são provenientes de sementes de arroz recobertas com silício, pode-se verificar que o teste de primeira contagem da germinação, germinação e teste de frio não foram observados resultados significativos relacionados às diferentes doses das fontes caulim e casca de arroz carbonizada (Tabela 1). Esses dados são similares aos

encontrados por Santos, et al. (2010) em sementes de brachiaria e por Toledo et al. (2011) de aveia branca, que não resultados significativos em sementes recobertas com silício.

Tabela 1. Teste de Primeira contagem da Germinação (PCG) e de Teste de germinação (G), teste de frio (TF), envelhecimento acelerado com 120h (EA 120h) e envelhecimento acelerado com 72h (EA 72h), avaliados em sementes produzidas da Cultivar Irga 424 a partir do recobrimento de sementes com silício em diferentes doses e fontes de aplicação. 2014.

Dose (g.100kg de sementes)	PCG		G		TF		EA 120h		EA 72h	
	CCA	CA	CCA	CA	CCA	CA	CCA	CA	CCA	CA
0 (Sem polímero)	70	73	84	87	78	81	68	70	96	98
0 (Com polímero)	77	80	89	92	72	75	88	91	78	80
30	76	70	87	90	90	82	84	66	92	84
60	78	70	90	89	76	76	90	66	90	78
90	78	75	95	89	78	82	84	84	92	86
120	81	84	95	95	70	88	86	86	92	68
150	80	79	91	90	90	84	82	82	84	72
Média	77 ^{ns}	76 ^{ns}	90 ^{ns}	90 ^{ns}	79 ^{ns}	81 ^{ns}	83A	78B	89A	81B
C.V.	10,5		6,6		7,5		7,2		7,1	

Letra minúscula coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Scott Knot a 5% de probabilidade de erro. CV= coeficiente de variação.

Os resultados referentes ao teste de envelhecimento não apresentaram interação entre os tratamentos, porém foi observado efeito principal de fonte de silício. Observa-se para o envelhecimento acelerado realizado com 72h e 120h que o percentual de plântulas normais, originadas de sementes tratadas com a fonte cinza de casca de arroz carbonizada foi superior a fonte caulim. Contudo, estudos realizados por Oliveira et al. (2013) observaram interação entre os fatores de tratamento fontes e doses para variável de envelhecimento acelerado, sendo que para a fonte cinza de casca de arroz os resultados apresentaram comportamento quadrático com ponto de máxima na dose de 60 g de Si por 100 kg de sementes, sendo a porcentagem de plântulas normais foi superior na fonte caulim.

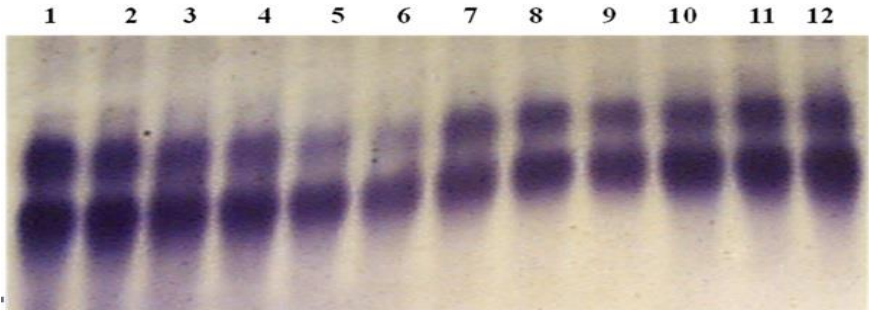


Figura 1. Perfil eletroforético da enzima MDH (A), realizadas em sementes de arroz da cultivarIrga tratadas com silício, na safra 2013/2014. 1- sementes tratadas com casca de arroz carbonizada 30 g.100 kg⁻¹ de sementes; 2- sementes tratadas com caulim 30 g.100kg⁻¹ de sementes; 3- sementes tratadas com casca de arroz carbonizada 60 g.100 kg⁻¹ de sementes; 4- sementes tratadas com caulim 60 g.100kg⁻¹ de sementes; 5- sementes tratadas com casca de arroz carbonizada 90 g.100 kg⁻¹ de sementes; 6- sementes tratadas com caulim 90 g.100kg⁻¹ de sementes; 7- sementes tratadas com casca de arroz carbonizada 120 g.100 kg⁻¹ de sementes; 8- sementes tratadas com caulim 120 g.100kg⁻¹ de sementes; 9- sementes tratadas com casca de arroz carbonizada 150 g.100 kg⁻¹ de sementes; 10-

sementes tratadas com caulim 150 g.100kg⁻¹ de sementes; 11- sementes não tratadas e recobertas com polímero; 12- sementes não tratadas e sem polímero.

Com relação à atividade da enzima malato desidrogenase (MDH) (Figura 1) observou-se que a expressão da mesma foi semelhante para todos os tratamentos. A MDH é uma enzima da rota respiratória e tem importante função de catálise da reação de malato a oxalato, na última reação do ciclo de Krebs (COUTINHO et al., 2007). Logo, a expressão da enzima malato desidrogenase observada evidenciou que os tratamentos com silício provavelmente não interferem na atividade respiratória das sementes de arroz.

CONCLUSÃO

As doses de silício independente da fonte estudada não influenciam na qualidade fisiológica de sementes produzidas.

O recobrimento de sementes com casca de arroz carbonizada confere maior resistência às sementes de arroz originadas de sementes recobertas com silício, durante o teste de envelhecimento acelerado.

A aplicação de silício via recobrimento de sementes de arroz não influencia a expressão enzimática da malato desidrogenase nas sementes produzidas.

REFERENCIAS

- ALFENAS, A. C. (Ed.). **Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins: fundamentos e aplicações em plantas e microorganismos**. Viçosa, MG: UFV, 574 p 1998.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília. 399p. 2009.
- CAMARGO, M. S. et al. Solubilidade do silício em solos: influência do calcário e ácido salicílico aplicados. **Bragantia, Campinas**, v. 66, n. 4, p.637-647, 2007.
- CONAB. **Levantamentos de safra**: 9º Levantamento grãos safra 2014/15. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_11_09_00_38_boletim_graos_junho_2015.pdf. Acesso em: 20 jun. 2015.
- COUTINHO, W.M. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho submetidas à termoterapia e condicionamento fisiológico. **Fitopatologia Brasileira**, v.32, p.458-464, 2007.
- EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceeding of the National Academic Science**, Washington, v. 91, n.1, p. 11-17, 1994.
- MACHADO, A. A.; CONCEIÇÃO, A. R. Sistema de análise estatística para Windows. **WinStat. Versão 1.0**. Pelotas: UFPel, (Programa Computacional), 2003.
- OLIVEIRA, S.; LEMES, E. S.; BRUNES, A. P.; DIAS, L. W.; MENEGHELLO, G. E.; BARROS, A. C. S. A. Qualidade fisiológica de sementes de arroz produzidas com diferentes fontes e doses de silício. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2013, Santa Maria. **Avaliando cenários para a produção sustentável de arroz**, v. 02. p. 1462-1465, 2013.
- SANTOS, F.C. et al. Tratamento químico, revestimento e armazenamento de sementes de *Bracharia brizantha* cv. Marandu. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n.3, p. 069-078, 2010.
- SAVANT, N. K. et al. Silicon management and sustainable rice production. **Advances in Agronomy**, New York, v. 58, p. 151-199, 1997.
- SCANDALIOS, J. G. Genetic control of multiple molecular forms of enzymes in plants: a review. **Biochemical Genetics**, Austin, v.3, p.37-39, 1969.
- TEIXEIRA, I. R. et al. Fontes de silício em cultivares de feijão nas safras das águas e da seca. **Revista Ciência. Agrônômica**, v. 39, n. 04, p. 562-568, 2008.
- TOLEDO, M.Z. et al. Seed germination and seedling development of white oat affected by silicon and phosphorus fertilization. **Scientia Agricola**, v.68, n.1, p. 18-23, 2011.

RENDIMENTO DE ENGENHO DE ARROZ DE TERRAS ALTAS EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO DE COBERTURA COM DOSES DE NITROGÊNIO E FONTES DE UREIA

Amanda Ribeiro Peres¹, Ricardo Antonio Ferreira Rodrigues², José Roberto Portugal¹, Orivaldo Arf²,
Nayara Fernanda Siviero Garcia¹, Flávia Constantino Meirelles³

Palavras-chave: qualidade industrial de arroz, polímero, irrigação por aspersão.

INTRODUÇÃO

Um dos principais fatores que determinam o valor comercial dos grãos de arroz é a qualidade industrial, onde se destacam as medidas de porcentagem de rendimento de benefício, grãos inteiros e quebrados obtidos após o beneficiamento. Dentre os fatores que podem interferir na qualidade dos grãos colhidos encontra-se a disponibilidade de nitrogênio às plantas (VINHAS et al., 2013).

A adubação nitrogenada é muito importante para a cultura do arroz, por promover aumentos consideráveis de produtividade e além disso aumentar a qualidade dos grãos (BARBOSA FILHO; FAGERIA, 2013). Dessa forma, ressalta-se a necessidade de se aplicar os conhecimentos sobre as práticas culturais, tais como adubação de cobertura com nitrogênio, para o cultivo do arroz, visando à obtenção de alta qualidade industrial dos grãos (CAZETTA et al., 2006).

Como se sabe, os fertilizantes nitrogenados podem ser facilmente perdidos por lixiviação, volatilização e desnitrificação. Visando aumentar a eficiência de aproveitamento dos mesmos, existem atualmente no mercado fertilizantes de liberação lenta ou controlada para evitar a rápida transformação do N em formas menos estáveis no ambiente (CANTARELLA, 2007), tais como os revestidos com polímeros.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de fontes de ureia e doses de nitrogênio no rendimento de engenho de arroz de terras altas cultivar IAC 202 cultivado sob irrigação por aspersão.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na safra de 2013/14 em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS, situada aproximadamente a 51° 22' de longitude Oeste de Greenwich e 20° 22' de latitude Sul, com altitude de 335 metros. O solo da área experimental de acordo com Santos et al. (2013) é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso. A precipitação pluvial média anual é de 1.330 mm, com temperatura média anual de aproximadamente 25 °C e umidade relativa do ar média anual de 66%.

Antes da instalação do experimento foi realizada análise de solo da área, sendo os valores apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Características químicas do solo da área experimental, avaliadas na camada de 0,0 a 0,20 m. Selvíria – MS, 2013/14.

P resina mg dm ⁻³	M.O. g dm ⁻³	pH CaCl ₂	K -----mmolc dm ⁻³ -----	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V (%)
29	18	5,0	1,4	12	8	29	6	21,4	50,4	42

¹ Pós-graduandos em Sistemas de Produção, UNESP – Câmpus Ilha Solteira, – Ilha Solteira, Av. Brasil, 56 (Centro), Ilha Solteira – SP, amandarperes_agro@yahoo.com.br.

² Docentes do Curso de Agronomia, UNESP.

³ Graduada em Agronomia, UNESP.

O preparo do solo foi realizado utilizando-se escarificador e duas gradagens para destorroamento e nivelamento do solo, sendo a última às vésperas da semeadura.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 10 tratamentos dispostos em esquema fatorial 2x5, com quatro repetições, para avaliar duas fontes de ureia (ureia convencional e ureia revestida com polímero) e cinco doses de nitrogênio (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹ de N) com a cultivar IAC 202. As parcelas foram constituídas por 5 linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento entrelinhas de 0,35m. A área útil foi constituída pelas três linhas centrais, desprezando-se 0,50 m em ambas as extremidades de cada linha.

A cultivar IAC 202, apresenta arquitetura moderna e porte relativamente baixo. A altura média é de 87 cm, sendo considerado de porte baixo e intermediário. O ciclo médio é de 87 dias e tem apresentado baixa incidência de manchas foliares (BASTOS, 2000).

A adubação química básica nos sulcos de semeadura foi calculada de acordo com as características químicas do solo, sendo aplicado 300 kg ha⁻¹ da fórmula 4-14-8 (11,82% de S). A semeadura foi realizada mecanicamente no dia 21/11/2013, utilizando a quantidade de sementes necessária para se obter 180 plantas m⁻². As sementes foram tratadas com o inseticida fipronil na dose de 50 g i.a. para 100 kg de sementes. Logo após a semeadura, aplicou-se o herbicida pré-emergente pendimetalina (1.400 g i.a. ha⁻¹).

A irrigação foi realizada de acordo com a necessidade da cultura, utilizando um sistema fixo de irrigação por aspersão com precipitação média de 3,3 mm hora⁻¹ nos aspersores. A quantidade de água irrigada foi calculada pelo método do Tanque Classe A, utilizando três coeficientes de cultura (Kc), distribuídos em quatro períodos compreendidos entre a emergência e a colheita. Para a fase vegetativa foi utilizado o valor de 0,4; para a fase reprodutiva dois coeficientes de cultura (Kc), o inicial de 0,70 e o final de 1,00 e para a fase de maturação estes valores foram invertidos, ou seja, o inicial de 1,00 e o final de 0,70, de acordo com Rodrigues, Soratto e Arf (2004).

O controle de plantas daninhas em pós-emergência ocorreu aos 10 dias após a emergência (DAE) com o herbicida metsulfurom-metílico (2,0 g ha⁻¹). As plantas não controladas pelos herbicidas foram controladas manualmente com enxadas.

A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada aos 40 dias após a emergência das plântulas na superfície do solo com as respectivas doses e fontes. Em relação as fontes que foram utilizadas, a ureia apresentava 46% de N e a ureia revestida com polímero (Kimcoat®) continha 43% de nitrogênio. Logo após adubação, a área foi irrigada de acordo com a necessidade (aproximadamente 10 mm). Realizou-se uma aplicação preventiva de fungicida trifloxistrobina (75 g i.a. ha⁻¹) + tebuconazol (150 g i.a. ha⁻¹) no pré-florescimento (68 DAE).

A colheita foi realizada aos 107 dias após a emergência das plântulas (15/03/2014), ocasião em que dois terços dos grãos das panículas estavam maduros. Depois de colhidos e trilhados, os grãos foram deixados à sombra para secagem. Depois de secos, procedeu-se o beneficiamento dos grãos.

Para realizar o beneficiamento dos grãos, primeiramente foi coletada uma amostra de 100 gramas de arroz em casca, de cada parcela, a qual foi processada em engenho de prova (marca SUZUKI), modelo MT, por 1 minuto; em seguida os grãos brunidos polidos foram pesados e o valor encontrado foi considerado como rendimento de benefício, com os dados expressos em porcentagem. Posteriormente, os grãos brunidos foram colocados no “trieur” número 0 e a separação dos grãos foi processada por 30 segundos. Os grãos que permaneceram no “trieur” foram pesados, obtendo-se o rendimento de inteiros e os demais, grãos quebrados, ambos expressos em porcentagem.

Os dados foram avaliados por meio da análise de variância pelo teste F. Quando o valor de F foi significativo ao nível de 5 % de probabilidade, aplicou-se o teste de Tukey para as fontes de nitrogênio (ureia e ureia revestida) e análise de regressão para as doses.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a valoração comercial do arroz são considerados o rendimento de benefício e o rendimento do grão. O rendimento de benefício expressa o percentual total de arroz

beneficiado, representado pelo total de grãos inteiros, quebrados e quíler, enquanto o rendimento do grão é expresso separadamente pelo percentual de inteiros e percentual de quebra obtidos. A legislação prevê um rendimento base em nível nacional de 68% para renda no benefício, constituída de um rendimento de grão de 40% de grãos inteiros e 28% de grãos quebrados e quíler (VIEIRA; RABELO, 2006).

Os resultados do rendimento de engenho encontram-se na Tabela 2. O rendimento médio de benefício situou-se em torno de 73%, valor 5% acima do valor mínimo estabelecido pela legislação. Observa-se que não houve diferença entre os tratamentos. De maneira semelhante, Cazetta et al. (2008) não relataram efeito das doses de nitrogênio sobre o rendimento de benefício na safra 2001/02, no entanto, na safra 2002/03 houve um efeito linear crescente no rendimento de benefício com o aumento das doses de nitrogênio. Da mesma forma Mingotte, Hanashiro e Fornasieri Filho (2012) e Artigiani et al. (2012) não verificaram influência da adubação nitrogenada em cobertura sobre o rendimento de benefício do arroz de terras altas cultivado sob irrigação por aspersão.

Tabela 2. Valores médios obtidos em arroz de terras altas (IAC 202), irrigado por aspersão, em função de fontes e doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, Selvíria – MS (2013/14).

Tratamentos		Rendimento de benefício (%)	Rendimento de inteiros (%)	Grãos quebrados (%)
Fontes (F)				
Ureia		73,4	69,2	4,2
Ureia revestida		73,5	69,6	3,8
Doses de nitrogênio (kg ha⁻¹) (N)				
0		72,6	68,3	4,3
30		73,5	69,4	4,1
60		74,6	70,6	3,9
90		73,9	70,1	3,7
120		72,6	68,7	3,9
F ¹	F	0,01	0,29	3,33
	N	1,95	1,52	0,94
	F x N	1,54	1,59	1,54
CV (%)		2,34	3,20	16,30

¹Valores do teste F da análise de variância.

CV – coeficiente de variação.

O rendimento médio de grãos inteiros obtidos neste experimento foi em torno de 69%, estando bem acima do valor estabelecido pela legislação (29% acima), indicando que as condições durante a colheita foram boas. Não se verificou influência das fontes de ureia e doses de nitrogênio sobre o rendimento de inteiros. Os dados referentes as doses de nitrogênio corroboram com os obtidos por Cazetta et al. (2008) e Fonseca et al. (2012).

Para a porcentagem de grãos quebrados também não se observou diferenças significativas entre os tratamentos, sendo que a média de grãos quebrados foi de 4%, valor bem inferior ao considerado adequado. Diversos trabalhos também não apresentaram diferenças quanto as doses de nitrogênio em arroz de terras altas irrigado por aspersão (ARTIGIANI et al., 2012; FONSECA et al., 2012).

CONCLUSÃO

As fontes de ureia, as doses de nitrogênio, assim como a interação entre os dois fatores não influenciaram o rendimento de benefício, o rendimento de inteiros e grãos quebrados em arroz de terras altas cultivar IAC 202, cultivado sob irrigação por aspersão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTIGIANI, A. C. C. A. et al. Produtividade e qualidade industrial do arroz de terras altas em função da disponibilidade hídrica e adubação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.3,

jul/set 2012. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/pat/article/view/17595>>. Acesso em: 20 mai. 2015.

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K. Calagem e adubação. In: SANTIAGO, C. M.; BRESEGHELLO, H. C. P.; FERREIRA, C. M. (Ed.) **Arroz: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 2013. p.37-73.

BASTOS, C. R. IAC 202: arroz de alta produtividade e qualidade para a cultura de sequeiro. **O Agrônomo**, Campinas, v.52, n.1, p.24-25, 2000. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/agronomico/pdf/arroz.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2015.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.375-470.

CAZETTA, D. A. et al. Qualidade industrial do arroz de terras altas cultivado após diferentes coberturas vegetais e doses de nitrogênio em sistema de plantio direto. **Científica**, Jaboticabal, v.34, n.2, p.155-161, 2006. Disponível em: <<http://cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/viewFile/113/79>>. Acesso em: 28 mai. 2015.

CAZETTA, D. A. et al. Desempenho do arroz de terras altas com a aplicação de doses de nitrogênio e em sucessão às culturas de cobertura do solo em sistema de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.471-479, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v67n2/a23v67n2.pdf>>. Acesso: 20 mai. 2015.

FONSECA, A. E. et al. Preparo do solo e doses de nitrogênio em cobertura em arroz de terras altas. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v.42, n.3, p.246-253, jul./set. 2012. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/pat/article/view/16933>>. Acesso em: 20 mai. 2015.

MINGOTTE, F. L. C.; HANASHIRO, R. K.; FORNASIERI FILHO, D. Características físico-químicas do grão de cultivares de arroz em função da adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, suplemento 1, p.2605-2618, 2012. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/8151>> Acesso em: 4 abr. 2015.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

RODRIGUES, R.A.F.; SORATTO, R.P.; ARF, O. Manejo de água em arroz de terras altas no sistema de plantio direto, usando o tanque classe A. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.546-556, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162004000300007&script=sci_arttext>. Acesso em: 04 abr. 2015.

VIEIRA, N. R. A.; RABELO, R. R. Qualidade tecnológica. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. (Ed.) **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p.869-900.

VINHAS, M. R.; SANTOS, V. F.; MACHADO, M. M.; PARISOTTO, E. Influência da adubação nitrogenada na qualidade industrial dos grãos de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria-RS. **Anais...** Santa Maria: UFSM, Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, 2013. p. 1406-1409.

TEOR DE SÓDIO EM ARROZ BRANCO COZIDO OFERECIDO POR RESTAURANTES COMERCIAIS DA CIDADE DE ITAQUI, RS

Carla Adriana Thones Machado Borges¹; Lúcia Fabiane Trindade de Barros²; Tiago André Kaminski³; Nelson Mario Victoria Bariani³; Roberto Dutra de Felice⁴

Palavras-chave: cloreto de sódio, hipertensão, fotometria, alimento preparado.

INTRODUÇÃO

O sódio é um elemento químico encontrado naturalmente em grande parte nos alimentos e como parte do sal de cozinha na forma de cloreto de sódio (BRASIL, 2007). O sal, cloreto de sódio, é um produto bastante apreciado na gastronomia, sendo rotineiramente adicionado no preparo dos alimentos no intuito de melhorar o sabor e conferir propriedades preservativas (DOMENE, 2011).

Apesar de ser um nutriente essencial para o nosso organismo, onde contribui para a regulação osmótica dos fluidos e atua na condução de estímulos nervosos e na contração muscular, o sódio, quando consumido em excesso é associado ao desenvolvimento de Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT), que estão entre as primeiras causas de internações e óbitos no Brasil e no mundo (BRASIL, 2007). Apesar das taxas de mortalidade por DCNT terem decaído 20% entre 1996 e 2007, a Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS), associada à origem de muitas DCNT's, se apresenta com alta prevalência (SCHIMIDT et al., 2011).

Nas últimas décadas, o consumo de sal na maioria dos países tem sido excessivo, variando de 9 a 12 g por pessoa por dia (BROW et al., 2009). Spinelli et al. (2011) estimaram que o consumo médio de sal da população brasileira seja de 9,6 g/pessoa/dia, enquanto Salas et al. (2009) classificaram o Brasil entre os maiores consumidores mundiais de sal, com média de ingestão de 15,09 g/pessoa/dia. Já Sarno et al. (2013) estimaram a disponibilidade de sódio domiciliar no Brasil, a partir dos dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), em 4,7 g/pessoa/dia. Em contraste, a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2003) recomenda uma ingestão diária de, no máximo, 5 g de sal (equivalentes a 2 g de sódio) para adultos.

As evidências, que relacionam o consumo excessivo de sódio com o maior risco de desenvolver enfermidades crônicas, são suficientemente sólidas para justificar a redução do teor de sal nas preparações de restaurantes (SPINELLI et al., 2011). Restaurantes por peso no modelo self-service são muito frequentados pelos brasileiros, que escolhem o que desejam consumir, pagando o valor referente ao peso do que foi colocado em seu prato (MAGNÉE, 1996). No entanto, estes estabelecimentos não têm exigência legal de um responsável técnico nutricionista e a tarefa de elaborar receitas é, geralmente, delegada ao cozinheiro, que faz uso do sal e diversos temperos, com alto teor de sódio, visando incrementar o sabor dos alimentos e agradar ao paladar dos clientes, que podem vir a consumir alimentos não saudáveis e desequilibrados em nutrientes (SPINELLI et al., 2011).

Neste contexto, o trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o teor de sódio em preparações de arroz branco cozido oferecidas em restaurantes comerciais do tipo self-service da cidade de Itaquí, RS, demonstrando a incidência de sódio por estabelecimento e em diferentes coletas.

¹ Nutricionista, Universidade Federal do Pampa – campus Itaquí, Rua Joaquim de Sá Britto s/n, Bairro Promorar, Itaquí/RS, 97650-000. E-mail: carla_thones_borges@hotmail.com.

² Graduanda do Curso de Nutrição, Universidade Federal do Pampa – campus Itaquí.

³ Doutor, Universidade Federal do Pampa – campus Itaquí.

⁴ Engenheiro de Bioprocessos e Biotecnologia, Universidade Federal do Pampa – campus Itaquí.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras: foram coletadas amostras de arroz branco cozido servidas em cinco restaurantes comerciais do tipo self-service (identificados como 1, 2, 3, 4 e 5) localizados na região central da cidade de Itaqui, RS. Os restaurantes foram escolhidos por conveniência, a partir da aceitação dos seus responsáveis através de um termo de autorização, que representou o interesse em participar da pesquisa e a permissão para a coleta das amostras. Previamente à assinatura do termo de autorização, os responsáveis pelos estabelecimentos foram esclarecidos dos objetivos do trabalho e receberam um termo de confidencialidade, como garantia de anonimato do estabelecimento e do retorno dos resultados, porém não foram informados dos dias de coleta das amostras. Foram realizadas três coletas em diferentes dias dos meses de junho e julho de 2014, onde aproximadamente 300 g das amostras oferecidas no buffet foram transferidas para pratos de alumínio, fechadas e imediatamente encaminhadas ao Laboratório de Química da Unipampa – campus Itaqui.

Preparo das amostras: foram submetidas à pré-secagem em estufa com circulação de ar (SL 102/480, Solab) a 55 °C por 24 horas. Posteriormente, as amostras parcialmente secas foram moídas em micromoinho (A11, IKA), embaladas em sacos de polietileno, fechadas e mantidas sob congelamento a -18 °C até etapa de mineralização.

Análise de sódio: em bloco digestor (NT 352, Novatecnica), as amostras foram mineralizadas através de digestão nitroperclórica (TEDESCO et al., 1995) e analisadas por espectrometria de absorção atômica, modalidade chama (DM-62, Digimed), com comprimento de onda de 589 nm e prévia calibração com padrões de 0 e 20 mg de sódio.L⁻¹.

Tratamento dos dados: as repetições das amostras foram analisadas em triplicata, os resultados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância no programa Statistica, versão 8.0. Os resultados foram expressos em mg de sódio para 100 g de arroz cozido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme resultados descritos na Tabela 1 e ilustrados na Figura 1, pode-se observar que o teor de sódio encontrado no arroz cozido variou de 174,45 a 788,67 mg% nas amostras dos restaurantes 3 (2ª coleta) e 2 (3ª coleta), respectivamente. Os teores de sódio foram superiores nas amostras de arroz coletadas no restaurante 2, embora sem diferença significativa ($P>0,05$) do restaurante 4 na 1ª coleta; enquanto que o restaurante 3 apresentou os menores teores de sódio no arroz nas três coletas. Também foram observadas diferenças significativas ($P<0,05$) entre as coletas que, com exceção do restaurante 1, apresentaram maiores teores de sódio na 3ª coleta.

Tabela 1. Teor de sódio no arroz branco cozido oferecido pelos restaurantes comerciais do tipo self-service (Itaqui, RS, 2014).

Restaurante	1ª coleta	2ª coleta	3ª coleta
		mg%	
1	505,07 ± 8,17 B a	377,39 ± 8,97 C b	336,78 ± 6,62 D c
2	544,79 ± 14,82 AB c	679,67 ± 18,98 A b	788,67 ± 33,20 A a
3	277,31 ± 3,63 D a	174,45 ± 9,11 D b	283,38 ± 18,72 D a
4	560,38 ± 30,19 A b	440,62 ± 20,57 B c	645,65 ± 20,05 B a
5	350,13 ± 18,91 C c	458,11 ± 9,10 B b	558,09 ± 52,43 C a

Valores expressos como média ± desvio padrão seguidos por letras que indicam diferença estatística significativa em nível de 5% pelo teste de Tukey; letras maiúsculas correspondem às diferenças estatísticas entre as médias das colunas e minúsculas das linhas.

A técnica dietética (DOMENE, 2011) recomenda o uso de apenas 1% de sal no arroz, mas a clássica recomendação é de 1,5% para o peso do cereal cru (GULARTE et al., 2005), que inclusive consta no modo de preparo da maioria das embalagens dos produtos comerciais. Considerando 2,5 como fator térmico (ORNELLAS, 2007), os limites máximos

ficam em aproximadamente 157 e 236 mg% de sódio no arroz cozido para as recomendações de 1 e 1,5%, respectivamente. No primeiro caso, todas as amostras superam o limite no uso de sal, enquanto que, apenas a amostra do restaurante 3 na 2ª coleta cumpre a clássica recomendação (Tabela 1 e Figura 1).

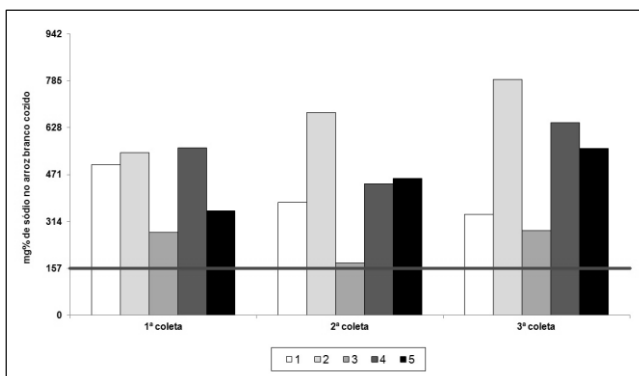


Figura 1. Teor de sódio no arroz branco cozido oferecido pelos restaurantes em comparação com o limite do nutriente calculado a partir da recomendação dietética* e fator térmico** do alimento (Itaqui, RS, 2014).

* Recomendação dietética: 1% de sal (DOMENE, 2011).

** Fator térmico: 2,5 (ORNELAS, 2006).

Vale ressaltar que o conteúdo de sódio do arroz é uma pequena porção do total ingerido na refeição. Normalmente, o almoço também compreende leguminosas, carnes, saladas e guarnições no prato, que contêm sódio intrínseco e adicionado. Neste sentido, o Programa de Alimentação do Trabalhador (PAT) (BRASIL, 2006) indica um valor de sódio para a refeição almoço de 960 mg; e o Guia Alimentar para a População Brasileira (BRASIL, 2008) recomenda a porção de 125 g de arroz para o prato.

As variações constatadas nos teores de sódio entre as coletas das amostras dos mesmos restaurantes indicam que estes não possuem ou não seguem fichas técnicas. Segundo a Resolução Nº 380/2005 do Conselho Federal de Nutricionistas (CFN, 2005), que dispõe sobre as áreas de atuação e atribuições do profissional nutricionista, fica evidente sua importância na elaboração de fichas técnicas em restaurantes. A elaboração destas fichas técnicas requer bastante trabalho, mas é necessário, não apenas na padronização do sal e outros ingredientes, mas também para prevenir prejuízos.

Elevados teores de sódio em alimentos servidos por restaurantes também foram descritos em outros trabalhos. Salas et al. (2009) avaliaram teores de sódio em refeições almoço de uma unidade de alimentação e nutrição no município de Suzano, SP e também encontraram valores acima das recomendações do PAT (BRASIL, 2006), com valor médio de 2435 mg em uma porção média (745 g) da refeição almoço. Kunert et al. (2013) pesquisaram as quantidades médias de sal e óleo adicionadas nos alimentos durante o preparo em restaurantes comerciais e também observaram que estes ultrapassam a recomendação diária per capita proposta pelo Guia Alimentar para a População Brasileira (BRASIL, 2008). Carneiro et al. (2013) verificaram que o almoço de uma Unidade de Alimentação e Nutrição cadastrada no PAT apresentou inadequações nos nutrientes analisados a partir das fichas técnicas, que no caso do sódio, a média semanal superou em 217% o limite máximo preconizado.

CONCLUSÃO

Os resultados demonstram que o sal é demasiadamente utilizado em preparações de arroz branco oferecidas nos cinco restaurantes avaliados na cidade de Itaqui, RS. Tal constatação demonstra a necessidade do maior controle no uso de cloreto de sódio, através da implantação de fichas técnicas, supervisão por profissionais da área de alimentos e informação da quantidade a ser adicionada na embalagem do produto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Política nacional de alimentação e nutrição**. 2 Ed. Brasília, DF: Editora MS, 2007.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável**. Brasília, DF: Editora MS; 2008.
- BRASIL. Portaria n. 193, de 05 de dezembro de 2006. **Altera os parâmetros nutricionais do Programa de Alimentação do Trabalhador – PAT**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 7 dez. 2006. Seção 1, p. 123.
- BROW, J. I. et al. Salt intakes around the world: implications for public health. **International Journal of Epidemiology**, v. 38, n. 3, p. 791-813, abr. 2009.
- CARNEIRO, N. S.; MOURA, C. M. A.; SOUZA, S. C. C. Avaliação do almoço em uma unidade de alimentação e nutrição, segundo os critérios do programa de alimentação do trabalhador. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, SP, v. 24, n. 3, p. 361-365, jul./set. 2013.
- CFN. Conselho Federal de Nutricionistas. Resolução 380/2005 - **Dispõe sobre a definição das áreas de atuação do nutricionista e suas atribuições, estabelece parâmetros numéricos de referência, por área de atuação, e dá outras providências**. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <<http://www.cfn.org.br/novosite/pdf/res/2005/res380.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2014.
- DOMENE, S. M. A. **Técnica Dietética: teoria e aplicações**. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2011.
- GULARTE, M. A. et al. Efeito da proporção do sal de cozinha na cocção de arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4., 2005, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, RS: Orium, 2005. p. 349-351.
- KUNERT, C. S.; MORAIS, M. P.; CARVALHO, A. C. M. S. Teores de sal e gordura nas preparações de restaurantes comerciais da cidade de Goiânia-GO. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, Fortaleza, CE, v. 26, n. 1, p. 18-25, jan./mar. 2013.
- MAGNÉE, H. M. **Manual do self-service**. São Paulo, SP: Varela, 1996.
- ORNELLAS, L. H. **Técnica Dietética: seleção e preparo de alimentos**. 8ª ed. São Paulo, SP: Atheneu, 2007.
- SALAS, C. K. T. S. et al. Teores de sódio e lipídios em refeições almoço consumidas por trabalhadores de uma empresa do município de Suzano, SP. **Revista de Nutrição**, Campinas, SP, v. 22, n. 3, p. 331-339, mai./jun. 2009.
- SARNO, F. et al. Estimativa de consumo de sódio pela população brasileira, 2008-2009. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, SP, v. 47, n. 3, p. 571-578, jun. 2013.
- SCHIMIDT, M. I. et al. Chronic non-communicable diseases in Brazil: burden and current challenges. **The Lancet**, London, v. 377, n. 9781, p. 1949-1961, mai. 2011.
- SPINELLI, M. G. N.; KAWASHIMA, L. M.; EGASHIRA, E. M. Análise de sódio em preparações habitualmente consumidas em restaurantes self service. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, SP, v. 22, n. 1, p. 55-61, jan./mar. 2011.
- TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2ª ed. Porto Alegre, RS: Boletim Técnico do Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.
- WHO. World Health Organization. Statement on management of hypertension. **Journal of Hypertension**, v. 21, n. 11, p. 1983-1992, nov. 2003.

TEOR LIPÍDICO EM ARROZ BRANCO COZIDO OFERECIDO POR RESTAURANTES COMERCIAIS DA CIDADE DE ITAQUI, RS

Carla Adriana Thones Machado Borges¹; Lúcia Fabiane Trindade de Barros²; Andressa Luciane Ceccon Sauereisig¹; Tiago André Kaminski³

Palavras-chave: obesidade, lipídeos, óleo, valor energético, alimento preparado.

INTRODUÇÃO

O Brasil passa por uma transição nutricional, com decréscimo acentuado da prevalência de desnutrição e aumento das taxas de sobrepeso/obesidade e, conseqüentemente, aumento do risco nutricional de uma população que tradicionalmente é considerada sadia (BATISTA FILHO & RISSIN, 2003; SCHIMIDT et al., 2011).

Ao mesmo tempo, restaurantes por peso no modelo self-service são muito frequentados pelos brasileiros, que escolhem o que desejam consumir, pagando o valor referente ao peso do que foi colocado em seu prato (MAGNÉE, 1996). A alimentação nesses estabelecimentos nem sempre permite a escolha de alimentos saudáveis e equilibrados em nutrientes, pois a tarefa de elaborar receitas é, geralmente, delegada ao cozinheiro, que faz uso de ingredientes visando incrementar o sabor e agradar ao paladar dos consumidores/clientes (SPINELLI et al., 2011).

Vários estudos comprovam que a alimentação em restaurantes comerciais e até em Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN) não tem um oferta de alimentos adequados nutricionalmente, evidenciando uma excessiva oferta de lipídeos e calorias, inclusive com elevada prevalência de obesidade e dislipidemias entre os consumidores (CARNEIRO et al., 2013; FAUSTO et al., 2001; KUNERT et al., 2013; SALAS et al., 2009). No entanto, se o comensal encontrar opções mais saudáveis nos restaurantes comerciais, haverá um reflexo importante na sua saúde, o que torna esses estabelecimentos em parceiros potenciais para a promoção da alimentação saudável (PASTORE et al., 2009).

Neste sentido, o trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o teor lipídico em preparações de arroz branco cozido oferecidas em restaurantes comerciais do tipo self-service da cidade de Itaquí, RS, demonstrando a incidência de lipídeos por estabelecimento e em diferentes coletas.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras: foram coletadas amostras de arroz branco cozido servidas em cinco restaurantes comerciais do tipo self-service (identificados como 1, 2, 3, 4 e 5) localizados na região central da cidade de Itaquí, RS. Os restaurantes foram escolhidos por conveniência, a partir da aceitação dos seus responsáveis através de um termo de autorização, que representou o interesse em participar da pesquisa e a permissão para a coleta das amostras. Previamente à assinatura do termo de autorização, os responsáveis pelos estabelecimentos foram esclarecidos dos objetivos do trabalho e receberam um termo de confidencialidade, como garantia de anonimato do estabelecimento e do retorno dos resultados, porém não foram informados dos dias de coleta das amostras. Foram realizadas três coletas em diferentes dias dos meses de junho e julho de 2014, onde aproximadamente 300 g das amostras oferecidas no buffet foram transferidas para pratos de alumínio, fechadas e imediatamente encaminhadas ao Laboratório de Química da Unipampa – campus Itaquí.

Preparo das amostras: foram submetidas à pré-secagem em estufa com circulação de ar

¹ Nutricionista, Universidade Federal do Pampa – campus Itaquí, Rua Joaquim de Sá Brito s/n, Bairro Promorar, Itaquí/RS, 97650-000. E-mail: carla_thones_borges@hotmail.com.

² Graduanda do Curso de Nutrição, Universidade Federal do Pampa – campus Itaquí.

³ Doutor, Universidade Federal do Pampa – campus Itaquí.

(SL 102/480, Solab) a 55 °C por 24 horas. Posteriormente, as amostras parcialmente secas foram moidas em micromoinho (A11, IKA), embaladas em sacos de polietileno, fechadas e mantidas sob congelamento a -18 °C até o momento da análise.

Análise do teor lipídico: conforme metodologia de Bligh & Dyer (1959), foram pesados cerca de 2 g da massa parcialmente seca das amostras em tubo falcon de 50 mL para extração dos lipídeos através da mistura proporcional dos solventes: água, metanol e clorofórmio. Após duas etapas de agitação, a fase clorofórmica foi separada, desidratada com sulfato de sódio anidro e purificada por filtragem através de papel filtro. Alíquotas de 5 mL de filtrado de cada amostra foram transferidas para béqueres de 25 mL previamente pesados, que foram colocados em estufa a 105 °C até evaporação do solvente, posteriormente pesados e determinados para seu percentual de lipídeos.

Tratamento dos dados: as repetições das amostras foram analisadas em triplicata, os resultados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância no programa Statistica, versão 8.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme resultados descritos na Tabela 1, pode-se observar que os teores de lipídeos variaram de 1,77 a 6,05% nas amostras de arroz cozido oferecidas pelos restaurantes 5 (2ª coleta) e 4 (2ª coleta), respectivamente.

Tabela 1. Teor de lipídeos no arroz branco cozido oferecido pelos restaurantes comerciais do tipo self-service (Itaqui, RS, 2014).

Restaurante	1ª coleta	2ª coleta	3ª coleta
	%		
1	3,09 ± 0,62 BC a	3,05 ± 0,49 BC a	2,40 ± 0,43 B a
2	2,72 ± 0,17 C a	3,32 ± 0,47 B a	2,97 ± 0,20 B a
3	2,80 ± 0,47 C a	2,47 ± 0,24 BC a	2,63 ± 0,23 B a
4	3,89 ± 0,11 AB b	6,04 ± 0,77 A a	3,32 ± 0,46 B b
5	4,11 ± 0,22 A a	1,77 ± 0,18 C b	4,35 ± 0,45 A a

Valores expressos como média ± desvio padrão seguidos por letras que indicam diferença estatística significativa em nível de 5% pelo teste de Tukey; letras maiúsculas correspondem às diferenças estatísticas entre as médias das colunas e minúsculas das linhas.

Entre os restaurantes, pode-se observar que na 1ª e 3ª coletas, os teores de lipídeos foram significativamente superiores ($P < 0,05$) nas amostras de arroz cozido do restaurante 5, embora sem diferir significativamente ($P > 0,05$) do restaurante 4 na 1ª coleta; enquanto que a amostra do restaurante 4 apresentou um teor de lipídeos significativamente superior ($P < 0,05$) na 2ª coleta. Já os menores teores de lipídeos ocorreram nas amostras de arroz cozido dos restaurantes 2 e 3 na 1ª coleta; 5 na 2ª coleta; e 1, 2, 3, e 4 na 3ª coleta (Tabela 1).

Entre as coletas, constatou-se que os restaurantes 1, 2 e 3 não diferiram significativamente ($P > 0,05$) para o teor lipídico do arroz; enquanto que as amostras 4 e 5 diferiram significativamente ($P < 0,05$) com respectivos maior e menor teores de lipídeos na 2ª coleta (Tabela 1).

Com base nas recomendações clássicas de preparo do arroz, utiliza-se uma colher de sopa de óleo (~10 g) para uma xícara de arroz (200 g). Se considerado o fator térmico de 2,5 para o cereal (ORNELLAS, 2007), o arroz cozido deveria apresentar um valor de aproximadamente 2% de lipídeos. Esse valor só não foi superado na 2ª coleta da amostra 5, justamente quando se obteve o menor valor de lipídeos do trabalho, 1,77% (Tabela 1).

No entanto, a recomendação do Guia Alimentar para a População Brasileira é de 8 g de óleo por dia, 4 g para o almoço e outras 4 g para o jantar (BRASIL, 2008). Considerando um cardápio de almoço composto por salada, prato proteico, guarnição, arroz, feijão e sobremesa; e que se utiliza óleo no preparo do prato proteico, guarnição, arroz e feijão, a quantidade de óleo é de apenas 1 g por preparação. O Guia Alimentar também estabelece a porção de 125 g de arroz no prato da refeição almoço, assim a quantidade de óleo no arroz

cozido deveria equivaler a 0,8% de lipídeos. Nesse caso, as amostras avaliadas superaram a recomendação do Guia Alimentar em mais de duas vezes (Tabela 1).

A Figura 1 ilustra o quanto as amostras superaram a recomendação de lipídeos na porção de arroz cozido para a refeição almoço.

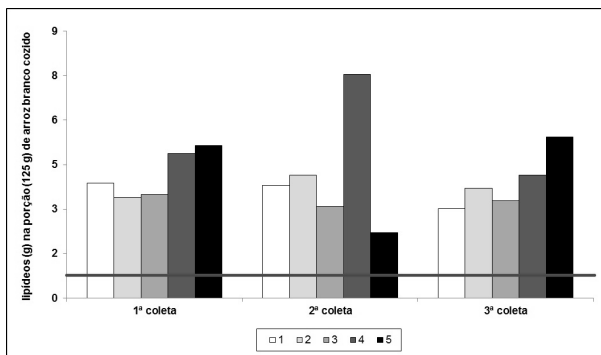


Figura 1. Teor de lipídeos no arroz branco cozido oferecido pelos restaurantes em comparação com a recomendação do Guia Alimentar para a População Brasileira (Itaqui, RS, 2014).

Os teores de lipídeos encontrados nas amostras indicam o uso demasiado de óleo no preparo de arroz. Isso pode ser decorrente da busca por melhor qualidade culinária, pois o óleo deixa os grãos menos pegajosos após cozidos, mas se constitui em desvantagem nutricional para os consumidores e em maior custo para os restaurantes. Neste sentido, a aquisição de marcas ou variedades de arroz com melhores características culinárias deveria ser avaliada como possibilidade para reduzir a adição de óleo. Já as variações constatadas nos teores de lipídeos entre as coletas das amostras dos restaurantes 4 e 5 (Tabela 1) indicam a falta de padronização na adição de óleo durante a elaboração do arroz, ou seja, os restaurantes não possuem ou não seguem fichas técnicas.

Elevados teores lipídicos em alimentos servidos por restaurantes também foram encontrados em outros trabalhos. Fausto et al. (2001) avaliaram a composição química e nutricional das preparações oferecidas no restaurante universitário da Universidade Estadual Paulista e constataram que as refeições continham, em média, 10,84% de lipídeos, além do excesso de outros componentes, que acarretavam em refeições de elevados valores energéticos. Salas et al. (2009) avaliaram teores de sódio e lipídeos em refeições almoço de uma unidade de alimentação e nutrição no município de Suzano, SP e encontraram valor energético médio de 329 kcal de lipídeos em uma porção média (745 g) da refeição almoço. Kunert et al. (2013) pesquisaram as quantidades médias de sal e óleo adicionadas nos alimentos durante o preparo em restaurantes comerciais e também observaram que estes ultrapassam a recomendação diária per capita proposta pelo Guia Alimentar (BRASIL, 2008); com quantidades de 8,3; 6,4 e 7,0 g para 125 g de arroz cozido nos restaurantes denominados como A, B e C, respectivamente. Carneiro et al. (2013) verificaram que o almoço de uma UAN cadastrada no Programa de Alimentação do Trabalhador (PAT) (BRASIL, 2006) tinha inadequações nos nutrientes analisados a partir das fichas técnicas, com estimativas dos lipídeos e valor energético em respectivos 14 e 61% acima do limite máximo preconizado.

CONCLUSÃO

Os resultados demonstram que o óleo é demasiadamente adicionado em preparações de arroz branco oferecidas nos cinco restaurantes avaliados. Tal constatação demonstra a

necessidade do maior controle no uso de óleo, através da implantação de fichas técnicas, informação da quantidade que deve ser adicionada na embalagem do produto e supervisão por profissionais da área de alimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATISTA FILHO, M.; RISSIN, A. A transição nutricional no Brasil: tendências regionais e temporais. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, RJ, v. 19, Sup. 1, p. S181-S191, 2003.

BLIGH, E. C.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, Ottawa, v. 37, n. 8, p. 911-917, aug. 1959.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia alimentar para a população brasileira**: promovendo a alimentação saudável. Brasília, DF: Editora MS; 2008.

BRASIL. Portaria n. 193, de 05 de dezembro de 2006. **Altera os parâmetros nutricionais do Programa de Alimentação do Trabalhador – PAT**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 7 dez. 2006. Seção 1, p. 123.

CARNEIRO, N. S.; MOURA, C. M. A.; SOUZA, S. C. C. Avaliação do almoço em uma unidade de alimentação e nutrição, segundo os critérios do programa de alimentação do trabalhador. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, SP, v. 24, n. 3, p. 361-365, jul./set. 2013.

FAUSTO, M. A. et al. Determinação do perfil dos usuários e da composição química e nutricional da alimentação oferecida no restaurante universitário da Universidade Estadual Paulista, Araraquara, Brasil. **Revista de Nutrição**, Campinas, SP, v. 14, n. 3, p. 171-176, set./dez. 2001.

KUNERT, C. S.; MORAIS, M. P.; CARVALHO, A. C. M. S. Teores de sal e gordura nas preparações de restaurantes comerciais da cidade de Goiânia-GO. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, Fortaleza, CE, v. 26, n. 1, p. 18-25, jan./mar. 2013.

MAGNÉE, H. M. **Manual do self-service**. São Paulo, SP: Varela, 1996.

ORNELLAS, L. H. **Técnica Dietética**: seleção e preparo de alimentos. 8ª ed. São Paulo, SP: Atheneu, 2007.

PASTORE, J. A. et al. A opinião dos comensais sobre a refeição servida em uma unidade de alimentação e nutrição sob a ótica do saudável. **Nutrição em Foco**, São Paulo, SP, v. 18, n. 99, p. 54-58, 2009.

SALAS, C. K. T. S. et al. Teores de sódio e lipídios em refeições almoço consumidas por trabalhadores de uma empresa do município de Suzano, SP. **Revista de Nutrição**, Campinas, SP, v. 22, n. 3, p. 331-339, mai./jun. 2009.

SCHIMIDT, M. I. et al. Chronic non-communicable diseases in Brazil: burden and current challenges. **The Lancet**, London, v. 377, n. 9781, p. 1949-1961, mai. 2011.

SPINELLI, M. G. N.; KAWASHIMA, L. M.; EGASHIRA, E. M. Análise de sódio em preparações habitualmente consumidas em restaurantes self service. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, SP, v. 22, n. 1, p. 55-61, jan./mar. 2011.

TESTE DE COCÇÃO EM MARCAS COMERCIAIS DE ARROZ BRANCO POLIDO

Taiane Medeiro Ciocheta¹; Tiago André Kaminski²; Adriane Lettnin Roll Feijó³

Palavras-chave: [grãos, cozimento, rendimento, tempo, soltabilidade.]

INTRODUÇÃO

[Testes culinários são muito utilizados por indústrias e programas de melhoramento genético para avaliar o comportamento culinário de produtos e cultivares lançadas e/ou novas linhagens em estudo (BASSINELLO et al., 2004). A eficiência de cozadura pode variar dependendo do método usado e embora o método na panela aberta ainda seja o mais utilizado para cozinhar arroz, principalmente nos países em desenvolvimento, a quantidade necessária de amostra e a limitação de repetições para realização da cocção inviabilizam a cocção convencional em nível laboratorial (SHINDE et al., 2014).

O consumidor brasileiro tem preferência pelo arroz que proporcione bom rendimento de panela, cozinhe rápido, apresente grãos secos e soltos após o cozimento e permaneça macio mesmo após o resfriamento (CASTRO et al., 1999). Destas características, a soltabilidade dos grãos cozidos é a característica mais marcante e está relacionada a cinco fatores: genéticos; produção e manejo de campo; tempo de armazenamento; beneficiamento; e modo de preparo (BASSINELLO et al., 2004; CUTRIM et al., 2006; ELIAS, 2007; FONSECA et al., 2005; FONSECA & CASTRO, 2008; GULARTE et al., 2005; SILVA et al. 2006).

Estes fatores demonstram que a qualidade depende do comprometimento de toda cadeia produtiva do arroz. Diversas variedades de arroz são desenvolvidas e testadas periodicamente, onde após as imprescindíveis observações agrônômicas como a resistência às pragas, ciclo de maturação, produtividade, entre outros, o sucesso da implantação é alcançado apenas após a aprovação da indústria e dos consumidores (LIMA et al., 2006; SOSBAI, 2012).

Neste contexto, esse trabalho teve como objetivo avaliar dez marcas comerciais de arroz branco polido, comercializadas em mercados do Rio Grande do Sul, através de metodologia que simula a cocção.]

MATERIAL E MÉTODOS

[Amostras e condução do experimento: amostras de arroz do grupo beneficiado, subgrupo polido, classe longo fino e tipo 1 foram adquiridas em mercados das cidades de Santa Maria/RS e Itaquí/RS no mês de maio de 2014. A aquisição considerou três repetições de cada marca, mesmo lote e data de fabricação nas embalagens. As amostras receberam códigos de identificação (números de 1 a 10) visando preservar as marcas comerciais (Tabela 1). Os ensaios foram conduzidos nos laboratórios de Processamento de Alimentos e de Química da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), campus Itaquí, Rio Grande do Sul.

Teste de cocção: de acordo com a metodologia proposta por Bassinello et al. (2004) e escala sensorial descrita por Martinez e Cuevas-Perez (1989), a cocção das amostras foi simulada em béqueres graduados e chapa de aquecimento a 400 °C. Cerca de 40 g dos grãos de arroz foram pesados no béquer e posteriormente adicionados de 100 mL de água destilada e 2 mL de óleo de soja refinado. Em seguida, os béqueres parcialmente cobertos

¹ Graduanda do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa – campus Itaquí, Rua Luiz Joaquim de Sá Brito s/n, Bairro Promorar, Itaquí/RS, Brasil, 97650-000. E-mail: taianeciochetta@hotmail.com.

² Doutor, Universidade Federal do Pampa – campus Itaquí.

³ Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa – campus Itaquí.

foram colocados e mantidos sobre a chapa de aquecimento até a não constatação de água residual. Assim, foram determinadas as variáveis de rendimento em peso (peso final do arroz cozido/peso do arroz cru), rendimento em volume (volume do arroz cozido/volume do arroz cru), tempo de cocção e soltabilidade (notas atribuídas por um analista treinado para a aparência dos grãos cozidos, sendo 1 = muito pegajoso, 2 = pegajoso, 3 = ligeiramente pegajoso, 4 = solto e 5 = muito solto).

Tabela 1. Informações das amostras de arroz avaliadas.

Amostra	Proveniência	Lote	Data de fabricação	Data de validade	Preço (R\$)
1	Pelotas/RS	14FEV15 03A	14/04/2014	14/02/2015	2,80
2	Itaqui/RS	080315	08/05/2014	08/03/2015	2,49
3	São Borja/RS	MT T1 11JFD	22/04/2014	02/04/2015	2,99
4	Capão do Leão/RS	CL12201411	19/03/2014	19/03/2015	2,24
5	Santa Maria/RS	04 14	01/04/2014	02/12/2014	2,25
6	Camaquã/RS	024A4CAM4		jan/15	2,06
7	Alegrete/RS	04 M09	20/01/2014	20/10/2014	2,45
8	Camaquã e Bagé/RS	N1L/1414 CCB	31/03/2014	31/03/2015	2,20
9	Nova Santa Rita/RS	30514	15/05/2014	15/05/2015	1,60
10	Itaqui/RS	36	05/04/2014	06/11/2014	2,00

Análise estatística: os dados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de significância, através dos softwares Statistica 8.0 (STATSOFT, 2007) e Genes (CRUZ, 2013), além do aplicativo Microsoft Office Excel®.]

RESULTADOS E DISCUSSÃO

[Conforme informações descritas na Tabela 1, pode-se verificar que os preços variaram de R\$ 1,60 a 2,99 por kg, referentes à amostra 9 e 3, respectivamente. As amostras 7, 2, 1 e 3, em ordem crescente, apresentaram os maiores preços, enquanto que a amostra 9 se destacou pelo preço de aquisição inferior às demais.

Em relação aos rendimentos determinados no teste de cocção, observou-se diferença significativa ($P<0,05$) apenas para o rendimento em peso. Essa variável apresentou valores entre 3,08 e 3,19; sendo que os valores ocorreram duas vezes cada, o menor nas amostras 4 e 6, enquanto que o maior nas amostras 3 e 10. As amostras diferiram significativamente ($P<0,05$) entre si, com menor rendimento gravimétrico para as amostras 4 e 6, e maior para as demais amostras, que não diferiram entre si ($P>0,05$) (Tabela 2).

Quanto ao rendimento em volume, as médias não diferiram significativamente ($P>0,05$) entre as amostras, que apresentaram valores médios entre 3,03 e 3,33, o menor na amostra 4 e o maior nas amostras 1 e 8 (Tabela 2).

Os tempos médios necessários para cocção dos grãos ficaram entre 19,67 e 24,00 minutos; o menor nas amostras 4 e 9, e o maior na amostra 8. As amostras diferiram significativamente ($P<0,05$) entre si, com menor tempo de cocção para as amostras 3, 4 e 9; já as demais amostras foram agrupadas no grupo de maior tempo de cocção, sem diferirem entre si ($P>0,05$) (Tabela 2).

As notas de soltabilidade variaram de 2,50 a 4,67, nas amostras 9 e 4, respectivamente. A nota correspondente aos “grãos soltos” (nota 4,00) foi atingida apenas por metade das amostras avaliadas (7, 1, 3, 6 e 4). As amostras 3, 4 e 6 apresentaram notas de soltabilidade significativamente ($P<0,05$) superiores, enquanto que as notas das amostras 8 e 9 foram significativamente ($P<0,05$) inferiores (Tabela 2).

Analisando as informações das Tabelas 1 e 2, constata-se que, de maneira geral, as amostras de maior valor comercial apresentaram soltabilidade mais adequada à preferência do consumidor brasileiro, casos das amostras 1, 3 e 7; enquanto que a amostra de menor valor comercial (9) destacou-se também pela menor nota de soltabilidade (2,50), embora

sem diferir estatisticamente ($P>0,05$) da amostra 8.

Tabela 2. Resultados das variáveis avaliadas através do teste de cocção nas amostras de arroz.

Amostra	Rendimento em peso	Rendimento em volume	Tempo de cocção (minutos)	Soltabilidade
1	3,17 ± 0,02 ^A	3,33 ± 0,11 ^A	21,67 ± 0,58 ^A	4,17 ± 0,29 ^B
2	3,18 ± 0,05 ^A	3,13 ± 0,15 ^A	21,67 ± 1,53 ^A	3,33 ± 0,29 ^C
3	3,19 ± 0,02 ^A	3,30 ± 0,10 ^A	20,67 ± 1,15 ^B	4,33 ± 0,29 ^A
4	3,08 ± 0,05 ^B	3,03 ± 0,06 ^A	19,67 ± 0,58 ^B	4,67 ± 0,29 ^A
5	3,14 ± 0,05 ^A	3,37 ± 0,15 ^A	21,67 ± 1,15 ^A	3,83 ± 0,29 ^B
6	3,08 ± 0,04 ^B	3,20 ± 0,26 ^A	22,33 ± 1,15 ^A	4,50 ± 0,00 ^A
7	3,13 ± 0,02 ^A	3,20 ± 0,10 ^A	22,33 ± 1,15 ^A	4,17 ± 0,29 ^B
8	3,18 ± 0,06 ^A	3,33 ± 0,21 ^A	23,00 ± 1,73 ^A	2,83 ± 0,29 ^D
9	3,16 ± 0,04 ^A	3,20 ± 0,20 ^A	19,67 ± 0,58 ^B	2,50 ± 0,00 ^D
10	3,19 ± 0,02 ^A	3,23 ± 0,15 ^A	22,00 ± 1,73 ^A	3,00 ± 0,00 ^C

Valores numéricos expressos como média ± desvio padrão seguidos por letras que indicam diferença estatística significativa em nível de 5% pelo teste de Scott-Knott entre as médias das colunas.

Castro et al. (1999) descrevem sobre uma característica do arroz recém-colhido, que normalmente apresenta os grãos empapados após cozidos, mas que com o passar do tempo sofre alterações e os grãos passem a ficar secos e soltos após o cozimento, tornando-se mais adequados à preferência dos consumidores. A ocorrência destas alterações, denominada de “envelhecimento do arroz”, é importante ao agronegócio do cereal, pois envolvem transformações físico-químicas que agregam qualidade culinária aos grãos, não observada quando estes são beneficiados e cozidos pouco tempo após a colheita, quando ficam pegajosos (FONSECA et al., 2005; FONSECA & CASTRO, 2008).

Sobre a avaliação do arroz através do teste de cocção, alguns trabalhos merecem ser mencionados. Na avaliação de diferentes metodologias de cocção para o arroz, Bassinello et al. (2004) descreveram como tempo mínimo para cocção em chapas aquecedoras, uma variação de tempo entre 19,43 e 21,26 minutos, semelhantes aos encontrados neste estudo. Por sua vez, Pereira (2009) também relatou valores semelhantes, com variação de 19 a 25 minutos no tempo para cocção de arroz branco; embora o rendimento obtido, 220% (correspondente a 2,20 vezes o peso inicial), tenha sido bem inferior aos obtidos neste trabalho. Morais (2012), ao avaliar amostras de arroz branco polido com diferentes porcentagens de grãos gessados, constataram um tempo de cocção de 15 minutos e 40 segundos, rendimento volumétrico de 320% (correspondente a 3,20 vezes o volume inicial) e gravimétrico de 438% (correspondente a 4,38 vezes o peso inicial) para a amostra padrão, apenas com grãos translúcidos. Kaminski et al. (2013) avaliaram a qualidade culinária do arroz em diferentes períodos de tempo e temperaturas de armazenamento; embora sem constatarem diferença no rendimento em peso, obtiveram aumento no rendimento em volume, tempo de cocção e soltabilidade nas amostras mantidas por maiores períodos de tempo e temperaturas de armazenamento. Santos et al. (2013), ao avaliarem a qualidade culinária de arroz gessado e translúcido não constatarem diferenças em atributos de textura, classificando os grãos de ambas amostras como ligeiramente soltos. Já Carvalho et al. (2001), avaliaram 14 diferentes linhagens de arroz, sendo que a de menor teor de amilose teve menor tempo de cozimento, menor absorção de água e menor expansão de volume; enquanto que as linhagens de maior teor de amilose demonstraram tendência em retrogradar, com endurecimento dos grãos após cozimento e resfriamento.]

CONCLUSÃO

[Os resultados obtidos destacam as diferenças entre marcas comerciais de arroz quanto ao rendimento em peso, tempo de cocção e soltabilidade. Estas variáveis são importantes para o consumidor de arroz, podendo justificar seu investimento e preferência em determinada marca.]

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASSINELLO, P. Z.; ROCHA, M. S.; COBUCCI, R. M. A. Avaliação de diferentes métodos de cocção de arroz de terras altas para teste sensorial. **Comunicado Técnico da Embrapa Arroz e Feijão**, Santo Antônio de Goiás, GO, n. 84, 2004.
- CASTRO, E. M. et al. Qualidade de grãos em arroz. Circular **Técnica da Embrapa Arroz e Feijão**, Santo Antônio de Goiás, GO, n. 34, 1999.
- CARVALHO, J. L. V.; MODESTA, R. C. D.; RANGEL, P. H. N. **Avaliação preliminar da qualidade tecnológica de arroz de várzea nas fases finais de lançamento**. Sementes e agroindústria: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 683-685 p.
- CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, PR, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.
- CUTRIM, V. A.; MOURA NETO, F. P.; RANGEL, P. H. N. BRS Fronteira: cultivar de arroz irrigado para os estados do Rio Grande do Sul e São Paulo. **Comunicado Técnico da Embrapa Arroz e Feijão**, Santo Antônio de Goiás, GO, n. 124, 2006.
- ELIAS, M. C. **Pós colheita de arroz: secagem, armazenamento e qualidade**. Pelotas, RS: Editora e Gráfica Universitária da UFPel, 2007.
- GULARTE, M. A. Avaliação sensorial no controle de qualidade de arroz. In: ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M.; VANIER, N. L. (Org.). **Qualidade de arroz da pós-colheita ao consumo**. Pelotas, RS: Ed. UFPel, 2012. p.193-212.
- KAMINSKI, T. A. et al. Changes in culinary, viscoamylographic and sensory characteristics during rice storage at different temperatures. **Journal of Stored Products Research**, v. 53, p. 37-42, 2013.
- LIMA, C. H. A. M. et al. Seleção e treinamento de uma equipe de provadores para avaliação sensorial de diferentes cultivares de arroz. **Comunicado Técnico da Embrapa Arroz e Feijão**, Santo Antônio de Goiás, GO, n. 23, 2006.
- MARTÍNEZ, C.; CUEVAS-PEREZ, F. **Evaluación de la calidad culinária y molinera del arroz**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1989.
- MORAIS, M. M. **Influência do gessamento sobre parâmetros de qualidade tecnológica e nas propriedades de consumo de arroz**. 2012. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- PEREIRA, J. A. Comparação entre características agrônômicas, culinárias e nutricionais em variedades de arroz branco e vermelho. **Revista Caatinga**, Mossoró, RN, v. 22, n. 1, p. 243-248, 2009.
- SANTOS, T. P. B.; CALARI, M.; EIFERT, E. C. Qualidade de cocção de grãos translúcidos e gessados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, RS: Pallotti, 2013. p. 1492-1495.
- SILVA, P. M.; BRESOLIN, R.; GULARTE, M. A. Efeito do armazenamento nas características de cocção e sensorial de arroz branco. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 1., 2006, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPel, 2006.
- SOSBAI. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. **Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Itajaí, SC: SOSBAI, 2012.
- SHINDE, Y. H. et al. Kinetics of cooking of rice: a review. **Journal of Food Engineering**, v. 123, p. 113-129, 2014.
- STATSOFT. **Statistica**: data analysis software system. Versão 8.0. StatSoft Inc.: Tulsa, 2007.]

TRATAMENTO DE SEMENTES DE ARROZ COM ZINCO, ÁCIDO SALICÍLICO E STIMULATE[®]

Henrique Model Menezes^{1*}; Juliana da Rosa Silva²; Adriele Prates da Silveira²; Amanda Santos Hajar²; Ester Souza Galvão Sena²; Morgana Ribeiro Stella²; Vanessa Neumann Silva³

Palavras-chave: *Oryza sativa*, micronutrientes, reguladores de crescimento.

INTRODUÇÃO

O arroz é um dos alimentos mais importantes para a nutrição humana para mais de três bilhões de pessoas (SOSBAI, 2014). A qualidade de sementes pode ser definida como um conjunto de características de natureza genética, sanitária, física e fisiológica que determinam seu valor para a semeadura. A temperatura ideal para a germinação de sementes de arroz é 25 °C, no entanto, em algumas regiões do estado do RS, quando realiza-se a semeadura antecipada pode ocorrer temperaturas abaixo deste nível, o que pode prejudicar a germinação das sementes, atrasando o crescimento e estabelecimento de plantas no campo (SILVA, 2014). A ocorrência de baixas temperaturas na fase inicial de germinação pode ser prejudicial porque altera o funcionamento das membranas celulares (MURPHY e NOLAND, 1982). Trabalhando com sementes de arroz, MERTZ et al. (2009) constataram que a exposição das sementes a 10 °C nos primeiros sete dias de germinação causaram estresse, reduzindo a germinação.

Outros fatores também interferem na germinação e desenvolvimento, como reguladores de crescimento e nutrientes. Os reguladores vegetais são definidos como substâncias sintéticas, similares aos grupos de hormônios vegetais, que podem ser aplicadas diretamente nas plantas para alterar seus processos vitais e estruturais, com a finalidade de incrementar a produção, melhorar a qualidade e facilitar a colheita (SILVA, 2010). Atualmente, o uso de reguladores vegetais nas culturas do arroz, milho, soja, feijão e algodão tem potencializado o aumento da produtividade, embora sua utilização ainda não seja prática rotineira entre os produtores de culturas de alto nível tecnológico (MOTERLE et al. 2011).

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do tratamento de sementes de arroz com zinco, ácido salicílico e Stimulate[®] na germinação e desenvolvimento de plântulas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na Universidade Federal do Pampa, Campus Itaqui-RS. Foram utilizadas sementes de arroz das cultivares PUITÁ INTA CL e GURI INTA CL, as quais foram submetidas aos seguintes tratamentos: somente água (testemunha), solução de ácido salicílico (50 mg L⁻¹ de água), Stimulate[®] (120 µL 100 ml⁻¹ de água) e zinco (0,3 M sulfato de zinco), doses estabelecidas de acordo com resultados de testes preliminares; as soluções foram distribuídas sobre as sementes e em seguida as sementes foram submetidas aos testes descritos na sequência. **Teste de germinação:** foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, para cada cultivar de acordo com metodologia estabelecida nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). **Teste de frio:** foi realizado com procedimento semelhante ao teste de germinação padrão (BRASIL, 2009), diferindo apenas pela permanência das sementes em câmara de germinação regulada a 10 °C por 7 dias. **Comprimento de plântulas:** foram avaliadas 20 plântulas, por repetição no tratamento, escolhidas ao acaso, com régua graduada, realizando-se separadamente a mensuração do comprimento de parte aérea e sistema. **Análise de matéria seca:** as plântulas foram colocadas em sacos de papel em estufa de ar

¹ Bolsista PDA- Unipampa, Acadêmico de Agronomia, Universidade Federal do Pampa, Grupo de Pesquisa Fitotecpampa, Rua Luiz Joaquim de Sá Brito; model.hmm@hotmail.com

² Acadêmico de Agronomia, Universidade Federal do Pampa.

³ Professora Dr^a. Adjunta, Universidade Federal do Pampa.

forçado a 65°C por 72 horas; após as amostras foram cuidadosamente retiradas, e com auxílio de uma balança de precisão de 0,0001 gramas foram pesadas.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade, para cada cultivar e tratamento separadamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos para a cultivar Puitá nenhum tratamento utilizado propiciou melhoria no desempenho das sementes, para todas as características avaliadas comparado a testemunha (Tabela 1), havendo uma redução no desempenho no crescimento de plântulas no teste de frio no tratamento com Stimulate®, comparado a testemunha em relação a parte aérea e comparado ao tratamento com sulfato de zinco em relação ao comprimento de raízes; já no acúmulo de massa seca de parte aérea de plântulas, o sulfato de zinco permitiu maior desempenho em relação aos tratamentos com Stimulate® e ácido salicílico (Tabela 1), assim como em relação ao Stimulate® no acúmulo de massa seca de plântulas no teste de frio (Tabela 1).

Para a cultivar Guri, observou-se comportamento semelhante ao ocorrido na cultivar Puitá, não havendo benefício do tratamento das sementes com os compostos utilizados (Tabela 1), visto que comparado a testemunha não houve incremento em nenhuma das características avaliadas, e em contrapartida, o comprimento de parte aérea de plântulas foi reduzido com Stimulate® e sulfato de zinco, assim como o comprimento de raízes no tratamento com sulfato de zinco, o comprimento de raízes no teste de frio com ácido salicílico e a massa seca de raízes de plântulas no tratamento com sulfato de zinco, em relação a testemunha e ao Stimulate®.

Tabela 1 – Valores médios de primeira contagem (PC), germinação (G), teste de frio, primeira contagem do teste de frio (TF1), segunda contagem do teste de frio (TF2), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea no teste de frio (CPATF), comprimento de raiz no teste de frio (CRTF), de plântulas de arroz das cultivares PUITÁ INTA CL e GURI INTA CL.

Tratamento	PC	G	TF1	TF2	CPA	CR	CPATF	CRTF
Cultivar PUITÁ INTA CL								
	(%)				(cm)			
Testemunha	93 a	85 a	93 a	86 a	10 a	9,9 a	8,4 a	9 ab
Stimulate®	87 a	86 a	87 a	87 a	10 a	9,5 a	7,5 b	7,6 b
Sulfato de Zinco	88 a	91 a	88 a	89 a	10 a	12,4 a	8,2 ab	9,6 a
Ácido Salicílico	92 a	92 a	92 a	93 a	11 a	9,8 a	8,1 ab	9,3 ab
CV (%)	5,2	6,8	5,2	7,8	7,8	15	5,2	10,8
	MSPA		MSR		MSPA TF		MSR TF	
	mg planta ⁻¹							
Testemunha	4,9 ab		3,4 a		4,2 a		2,8ab	
Stimulate®	4,6 b		3,2 a		4,0 a		2,2 b	

Sulfato de Zinco	5,2 a		3,5 a		3,8 a		3,2 a	
Ácido Salicílico	4,6 b		3,7 a		4,1 a		3,0 ab	
CV (%)	4,1		13,5		7,6		14,1	
Cultivar GURI INTA CL								
	PC	G	TF1	TF2	CPA	CR	CPAT F	CRTF
	(%)				(cm)			
Testemunha	97 a	95 a	97 a	93 a	10,2 a	9,9 a	7,6 a	10,2 a
Stimulate®	94 a	96 a	94 a	91 a	8,7 b	9,7 a	7,3 a	9,9 a
Sulfato de Zinco	94 a	93 a	94 a	92 a	8,9 b	6,9 b	6,9 a	8,9 a
Ácido Salicílico	94 a	94 a	93 a	87 a	9,2 ab	7,9ab	7,1 a	4,7 b
CV (%)	9,9	6,2	9,9	8,6	5,9	9,2	5,2	9,9
	MSPA		MSR		MSPA TF		MSR TF	
	mg planta ⁻¹							
Testemunha	5,5 a		5,5 a		4,7 a		3 a	
Stimulate®	5,4 a		3,6 a		4,6 a		3,2 a	
Sulfato de Zinco	5 a		2,7 b		4,2 a		3 a	
Ácido Salicílico	5,2 a		3,1 ab		4,3 a		2,2 a	
CV (%)	5,2		9,7		9,7		9,6	

Embora o sulfato de zinco, seja uma fonte deste micronutriente, o qual é necessário para a síntese de triptofano, aminoácido essencial para algumas vias da síntese de auxinas, importante hormônio responsável pelo crescimento de raízes de plantas (TAIZ e ZEIGER, 2009) na concentração utilizada neste trabalho não houve melhorias na germinação e desenvolvimento de plântulas tanto em condições normais de temperatura quanto em situação de estresse por baixa temperatura (teste de frio). De mesma forma, o composto Stimulate® (formado por três tipos de hormônios: auxinas, citocininas e giberelinas) e o ácido salicílico, conhecido por atuar na regulação do crescimento e desenvolvimento vegetal não favoreceram o desempenho das sementes de arroz. Segundo Vicente e Placencia (2011) o efeito promotor ou inibidor do crescimento atribuído ao ácido salicílico depende da dose utilizada e da espécie em questão, assim como da atuação conjunta com outros hormônios.

CONCLUSÃO

O tratamento de sementes com Stimulate®, sulfato de zinco e ácido Salicílico não favorece a germinação e o desenvolvimento de plântulas, tanto em condições normais, quanto em estresse por baixa temperatura.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 399p. 2009.

MERTZ, L.M.; HENNING, F.A.; SOARES, R.C.; BALDIGA, R.F.; PESKE, F.B.; MORAES, D.M. de. Alterações fisiológicas em sementes de arroz expostas ao frio na fase de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, p.262-270, 2009.

SAN VICENTE, M.R.; PLACENCIA, J. Salicylic acid beyond defence: its role in plant growth and development. **Journal of Experimental Botany**, 62: 3321–3338, 2011.

SILVA, J.R. **Condicionamento fisiológico de sementes de arroz**, 2014. Universidade Federal do Pampa (Trabalho de conclusão de curso). 50 paginas. 2014.

SILVA, M.A. **Biorreguladores: nova tecnologia para maior produtividade e longevidade do canavial**. Pesquisa & Tecnologia, v. 7, n. 2, P, 2010.

TRATAMENTO TÉRMICO COM BAIXA UMIDADE APLICADO NO ARROZ EM CASCA: EFEITOS NAS PROPRIEDADES DO AMIDO

Wyller Max Ferreira da Silva¹; Franciene Almeida Villanova²; Vânia Zanella Pinto³; Eleassandra da Rosa Zavareze⁴; Alvaro Renato Guerra Dias⁵

Palavras-chave: Poder de inchamento, solubilidade, amilose, cristalinidade relativa.

INTRODUÇÃO

O tratamento térmico com baixa umidade (TTBU) é uma modificação física aplicada no amido nativo, que tem sido estudada atualmente devido à possibilidade de substituir a modificação química do mesmo. O TTBU consiste no aquecimento do amido acima de sua temperatura de transição vítrea e gelatinização, de 84 a 120°C, e com umidade insuficiente para gelatinizá-lo, menor que 35 %, durante um período de tempo que pode variar de 15 minutos a 16 horas (ZAVAREZE e DIAS, 2011).

O TTBU modifica o poder de inchamento dos grânulos de amido, a lixiviação de amilose, as propriedades de pasta, os parâmetros de gelatinização, a susceptibilidade à hidrólise ácida e enzimática, a cristalinidade e as interações das cadeias do amido (ZAVAREZE e DIAS, 2011). O TTBU geralmente é realizado diretamente no amido, e em alguns trabalhos recentes passou a ser utilizado diretamente em grãos de arroz, visando à melhoria da qualidade de parboilização (ARNS et al., 2015). No entanto, o efeito do TTBU aplicado em arroz em casca para produção de arroz branco polido ainda é pouco conhecido.

Objetivou-se com este trabalho avaliar propriedades físico-químicas e estruturais do amido de arroz extraído a partir de grãos de arroz em casca, submetidos ao tratamento térmico com baixa umidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O tratamento térmico com baixa umidade foi realizado segundo método descrito por Arns et al. (2015). O TTBU foi aplicado em grãos de arroz em casca nas umidades de 13 e 18 % e submetidos a 120 °C nos tempos de 30 e 60 minutos. Após o tratamento, as amostras foram secas em estufa com circulação de ar a 35°C até aproximadamente 13% de umidade. Uma amostra sem tratamento foi utilizada como controle. O arroz foi descascado e polido usando engenho de provas para arroz (Zaccaria, PAZ-1-DTA; São Paulo, Brasil). A extração de amido foi baseada no método alcalino descrito por Wang e Wang (2004).

O teor de amilose dos amidos foi determinado através do método colorimétrico de McGrane et al. (1998). O teor de umidade e de proteína dos amidos foi determinado, respectivamente, pelo método nº 44-15A, da AACC (1995) e pelo método de Kjeldahl nº 46-13, da AACC (1995). O poder de inchamento e solubilidade dos amidos foram determinados nas temperaturas de 60°C, 70°C, 80°C e 90°C, conforme método descrito por Leach et al. (1959). A cristalinidade relativa (CR) dos amidos foi obtida com um difratômetro

¹ Tecnólogo em Alimentos, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – DCTA – FAEM - UFPEL. Campus Universitário S/N, 96160-000, Capão do Leão, RS. Email: wyller_m@hotmail.com

² Engenheira Agrônoma, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos - DCTA – FAEM - UFPEL.

³ Engenheira de Alimentos, Dr^a., Pós-Doutoranda no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRÃOS) da Universidade Federal de Pelotas.

⁴ Engenheira de Alimentos, Dr^a., Professora Adjunta do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, da Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas.

⁵ Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, da Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas.

de raios-X (Shimadzu, XRD-6000, Kyoto, Japão) e o índice de absorção de água e óleo foram determinadas de acordo com método descrito por Lin et al. (1974).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados o teor de amilose, a umidade e o teor de proteína bruta dos amidos extraídos do arroz sem tratamento (nativo) e submetido ao TTBU com diferentes umidades.

Os teores de amilose dos amidos de arroz modificados variaram de 25 a 30%, e não diferiram entre si (p<0,05). Segundo Pinto et al. (2014) o TTBU não induz à quebra das ligações covalentes (α-1,4) das cadeias de amilose.

Os teores de proteína bruta dos amidos variaram de 0,61 a 1,13% (Tabela 1), sendo estes resultados semelhante ao encontrado por Arns et al. (2015), em amido extraído de arroz em casca submetidos a TTBU antes do processo de parboilização. Os amidos tratados com maior teor de umidade (18%) apresentaram maior residual de proteína. Este residual de proteína pode advir de sua desnaturação ou de sua complexação ao amido, impedindo a solubilização da mesma durante a etapa de extração do amido por solubilização em meio alcalino, ocasionando em maior dificuldade de separação da proteína (ARNS et al., 2015).

Tabela 1. Teor de amilose, umidade e proteína bruta do amido de arroz nativo e dos amidos tratados com TTBU.

Amostras**	Amilose (%)*	Umidade (%)	Proteína (%)*
Nativo	29,17±2,11 ^a	10,60±0,30 ^a	0,77±0,02 ^e
13% 30 min	25,27±1,48 ^a	9,94±0,12 ^a	0,61±0,00 ^e
13% 60 min	27,76±2,20 ^a	10,89±0,18 ^a	0,70±0,01 ^d
18% 30 min	30,73±0,74 ^a	10,69±0,01 ^a	1,00±0,01 ^b
18% 60 min	26,79±0,83 ^a	10,58±0,17 ^a	1,13±0,00 ^a

* valor sobre base seca. **Os resultados são médias de três determinações ± desvio padrão. Letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância (p<0,05).

O poder de inchamento e a solubilidade dos amidos estão representados na Figura 1. O poder de inchamento indica a habilidade do amido em hidratar em condições específicas de cozimento. Na Figura 1, observa-se que ocorreu um aumento no poder de inchamento dos grânulos de amido, conforme o aumento da temperatura. Os amidos de arroz modificados apresentaram menor solubilidade em água quando comparados ao amido nativo (Figura 1b), o que pode ser devido à resistência do grânulo de amido ao inchamento após TTBU (Figura 1a). Segundo Arns et al., (2015) o TTBU atribui ao amido o rearranjo das forças internas que reduz o poder de inchamento e estabiliza os grânulos de amido à fragmentação mecânica. Além disso, os amidos tratados com TTBU sofrem uma limitação na hidratação e consequentemente uma menor capacidade de inchamento, bem como solubilidade (ADEBOWALE et al., 2005).

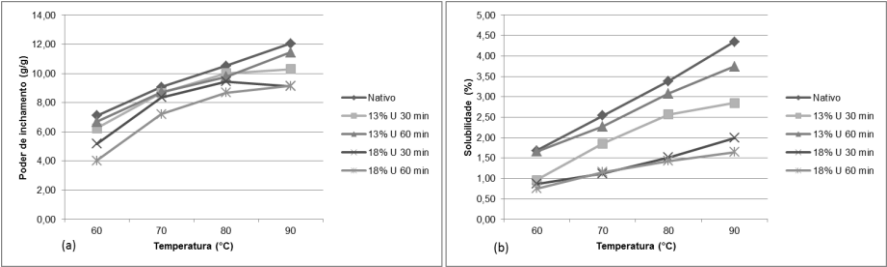


Figura 1. Poder de inchamento (a) e solubilidade (b) do amido de arroz nativo e dos submetidos ao tratamento térmico de baixa umidade (13 e 18 % de umidade).

Olayinka et al. (2008) reportaram a redução na solubilidade de amido de sorgo branco sob TTBU com umidades entre 18 e 27%. Os autores também verificaram que a solubilidade diminuiu com o aumento do teor de umidade utilizada na modificação dos amidos. Segundo Zavareze et al. (2010) e Gomes et al. (2005) a redução na solubilidade do amido sob TTBU indica que houve um fortalecimento das ligações, com um aumento nas interações entre moléculas de amilose e amilopectina, impedindo-as de lixiviar.

Os difratogramas de raios-X e a cristalinidade relativa (CR) dos amidos de arroz nativo e submetidos ao TTBU estão representados na Figura 2. Não foi observado alterações no padrão de difração de raio-X da estrutura cristalina do amido de arroz nativo após a modificação por TTBU, sendo estes do tipo A, com definidos picos a $2\theta = 15^\circ, 17^\circ, 18^\circ, 20^\circ, 23^\circ$ como reportado por Colussi et al. (2014).

Observa-se que a CR das amostras tratadas com TTBU em relação ao amido nativo reduziram, devido à mudança na estrutura cristalina. A redução da CR sob TTBU, em geral, é atribuída pelo rompimento dos cristalitos da amilopectina, o qual é evidenciado também, pelo decréscimo da entalpia de gelatinização (Chung; Hoover; Liu, 2009).

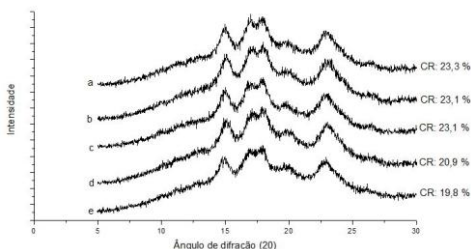


Figura 2. Difratogramas de raio-X e Cristalinidade relativa (CR) do amido nativo e dos modificados por TTBU. Nativo (a), 13% - 30 min (b), 13% - 60 min (c), 18% - 30 min (d), 18% - 60 min (e).

Os amidos modificados apresentaram um aumento no índice de absorção de água em relação ao amido nativo (Figura 3 a). Este comportamento é dependente da umidade utilizada na modificação, e relaciona-se com a disponibilidade de grupos hidrofílicos (OH) em se ligar às moléculas de água e à capacidade de formação de gel das moléculas de amido. Somente os grânulos de amido gelatinizados absorvem água em temperatura ambiente e incham (Leonel et al., 2006). Sendo assim, a modificação poder ter gelatinizado parcialmente o amido das amostras aumentando a capacidade de absorção de água.

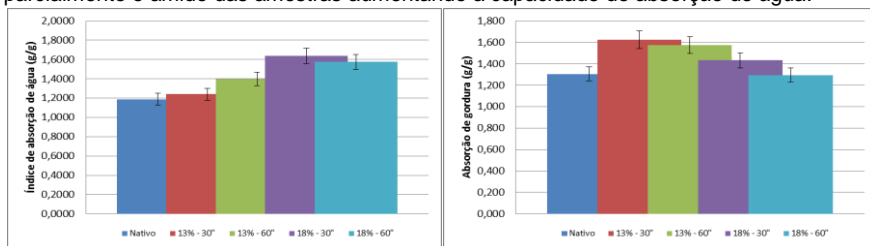


Figura 3. Índice de absorção de água (g/g) e absorção de gordura (g/g) em amido nativo e amidos modificados por TTBU. Barras de erros indicam o desvio padrão.

Observa-se na Figura 3 (b) que os amidos modificados apresentaram uma pequena redução na capacidade de absorção de gordura conforme aumento da umidade. Comparando os amidos modificados por TTBU, os amidos tratados com maior umidade

(18%) apresentaram maior capacidade de absorção de água e menor absorção de gordura quando comparados aos amidos tratados com menor umidade (16%). Kulp e Lorenz (1981) também encontraram este comportamento em amidos modificados por TTBU.

CONCLUSÃO

O aumento da umidade e do tempo utilizado no TTBU de grãos de arroz resulta em amidos com maior teor de proteínas. O tratamento térmico de baixa umidade diminui a cristalinidade relativa, aumenta a capacidade de absorção de água e gordura, além de reduzir o poder de inchamento e solubilidade dos amidos de arroz, comparados ao amido nativo.

AGRADECIMENTOS

Capes, CNPq, FAPERGS SCT-RS pelo financiamento das pesquisas e pelas bolsas de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AACC - **American Association Cereal Chemists**. Approved methods. 8. Ed. Saint Paul, 1995.
- ADEBOWALE, K.O. et al. Hydrothermal treatments of Finger millet (*Eleusine coracana*) starch. **Food Hydrocolloids**, 19 (2005), pp. 974–983.
- ARNS, B. et al. Impact of heat-moisture treatment on rice starch, applied directly in grain paddy rice or in isolated starch. **LWT - Food Science and Technology**. 2015.
- CHUNG, H. J.; HOOVER, R.; LIU, Q. The impact of single and dual hydrothermal modifications on the molecular structure and physicochemical properties of normal corn starch. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 44, n. 2, p.203–10. 2009.
- COLUSSI, R. et al. Structural, morphological, and physicochemical properties of acetylated high-, medium-, and low-amylose rice starches. **Carbohydrate Polymers**. Vol 103, 15 March 2014, Pages 405–413.
- GOMES, A. M. M. et al. Effects of annealing on the physicochemical properties of fermented cassava starch (polvilho azedo). **Carbohydrate Polymers**, v. 60, n. 1, p. 1-6, 2005.
- KULP, K.; LORENZ, K. Heat-moisture treatment of starches I. Physico chemical properties. **Cereal Chemistry**, 58 (1981), pp. 46–48.
- LEACH, H. W.; McCOWEN, L. D.; SCHOCH, T. J. Structure of the starch granule. I. Swelling and solubility patterns of various starches. **Cereal Chemistry**, v. 36, n. 6, p. 534-544, 1959.
- LEONEL, M. et al. Efeitos de parâmetros de extrusão nas propriedades físicas de produtos expandidos de inhame. **Ciência e Tecnologia em Alimentos**. 2006.
- LIN, M.J.Y.; HUMBERT, E.S.; SOSULSKI, F.W. Certain functional properties of sunflower meal products. **Journal of Food Science**, v. 39, n. 1, p. 368-70, 1974.
- MCGRANE, S. J. et al. A simple and rapide colourimetric method for determination of amylose in starch products. **Starch/Stärke**, v. 50, n. 158-163, 1998.
- OLAYINKA, O. O. et al. Effect of heatmoisture treatment on physicochemical properties of white sorghum starch. **Food Hydrocolloids**, v. 22, n. 2, p. 225-230, 2008.
- PINTO, V.Z. et al. Molecular structure and granule morphology of native and heat-moisture-treated pinhão starch. **Internacional Journal Food Scienci Technology**. 2014.
- ZAVAREZE, E. R.; et al. Effect of heat-moisture treatment on rice starch of varying amylose content. **Food Chemistry** Volume 121, Issue 2, Pages 358–365, 2010.
- ZAVAREZE, E.R. DIAS, A.R.G. Impact of heat-moisture treatment and annealing in starches: a review. **Carbohydrate Polymers**, 83 (2011), pp. 317–328.
- WANG, L. WANG, Y J. Rice starch isolation by neutral protease and high-intensity ultrasound. **Journal of Cereal Science**. V. 39, n. 2. 2004.

VIGOR DE SEMENTES DE ARROZ IRRIGADO EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA E DO TRATAMENTO COM DIETHOLATE ISOLADO E EM COMBINAÇÃO

Raimunda Nonata Oliveira da Silva¹; Thaís D'Ávila Rosa²; Daniele Brandstetter Rodrigues¹; Diogo Balbé Helgueira²; Bruna Rosa Bezerra¹; Geri Eduardo Meneghello¹; Luis Antonio de Ávila³

Palavras-chave: desempenho inicial, estresse abiótico, *Oryza sativa*

INTRODUÇÃO

O arroz está entre os cereais mais consumidos do mundo, sendo um dos alimentos mais importantes da alimentação humana. A produção brasileira chegou a 12 milhões de toneladas na safra 2013/14, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor brasileiro (CONAB, 2015).

A temperatura é um dos elementos climáticos de maior importância para o crescimento, desenvolvimento e produtividade do arroz. A resistência a baixas temperaturas é buscada nas fases iniciais da planta (germinação/emergência e plântula), com a intenção de antecipar a semeadura e evitar que a etapa reprodutiva coincida com a época de início de frio (março), quando contornar o problema se torna mais difícil. Além disso, com a semeadura antecipada, o período reprodutivo acontece numa época de maior intensidade de radiação solar (dezembro/janeiro), favorecendo o aumento da produtividade (MERTZ et al., 2009).

Altas produtividades e elevado vigor das culturas advêm principalmente através da qualidade da semente, porém estas podem ser afetadas negativamente pela ação de insetos e fungos. O tratamento de sementes contra essas pragas agrícolas é uma alternativa para proteger a qualidade das sementes e maximizar o rendimento (MENTEN; DEZORDI, 2014).

Os protetores de sementes são agentes químicos que reduzem a fitotoxicidade de herbicidas nas culturas, através de mecanismo fisiológico ou molecular, sem comprometer a eficiência do controle de plantas daninhas. Segundo Hatzios & Burgos (2004) esse tipo de produto é muito usado no tratamento de sementes. Um dos exemplos mais conhecidos e utilizados desses protetores está relacionado à cultura do arroz. Tem-se utilizado o protetor de sementes dietholate, para inibição da enzima citocromo P450 monooxigenase, a qual é responsável pela ativação do herbicida clomazone (FERHATOGLU et al., 2005). O uso do dietholate nas sementes permite a cultura do arroz tolerância de doses maiores do herbicida clomazone (KARAM et al., 2003). Contudo há necessidade de mais estudos sobre a interação desses produtos com os outros componentes do tratamento de sementes. O objetivo do estudo foi avaliar o vigor de sementes de arroz irrigado em função da temperatura e do tratamento com dietholate isolado e em combinação.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório Didático de Análises de Sementes do Departamento de fitotecnia da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL).

O experimento foi arranjado em esquema fatorial 3x2, em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. O fator A foi composto por um tratamento, sem aplicação, e dois tratamentos com dietholate isolado e em combinação com fungicida e inseticida para tratamento de sementes (Tabela 1). Já o fator B foi constituído por duas

¹ Eng. Agr(a), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes /FAEM/UFPEL, Caixa Postal 354, nonas_agro@hotmail.com

² Eng. Agr(a), Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade/FAEM/UFPEL.

³ Eng. Agr., Dr. Professor da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPEL.

temperaturas (25 e 17°C) para o desenvolvimento de plântulas de arroz.

Tabela 1. Produtos utilizados para tratamento de sementes (TS) na cultura do arroz irrigado.

Tratamentos	Fator A:	Dose
	Ingrediente Ativo no TS	g i.a. 100 kg ⁻¹
T1	Sem aplicação	---
T2	Dietholate	600,0
T3	Dietholate+Fipronil+Carboxina+Tiram	600,0+62,5+60,0+60,0

Os tratamentos de sementes foram realizados diretamente nas sementes com válvula pressurizada, 24 horas antes da instalação dos experimentos, sendo colocadas em sacos plásticos com capacidade para cinco litros, utilizando-se um (1) kg de sementes por saco para cada tratamento. O volume de calda utilizado foi de 1,5 L 100 kg⁻¹ de sementes e, para o tratamento controle, utilizou-se apenas água destilada. A avaliação da influência dos produtos e das temperaturas foi realizada por meio das seguintes análises:

Teste de germinação: foi conduzido com 200 sementes, divididas em quatro subamostras de 50 sementes para cada repetição, colocadas em papel germitest umedecido com água destilada 2,5 vezes o peso do papel. Os rolos foram transferidos para câmara de germinação tipo BOD a 25 e 17°C com fotoperíodo de 12h. As avaliações foram efetuadas aos 14 dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Primeira contagem de germinação: conduzida junto com o teste de germinação, sendo realizada aos cinco dias após a semeadura (BRASIL, 2009).

Envelhecimento acelerado: As sementes foram acondicionadas em gerbox com tela fixada na posição mediana. Foram distribuídas uniformemente 50 sementes e adicionados 40 ml de água destilada. Logo após, as caixas foram fechadas e condicionadas em incubadora, com temperatura regulada a 41°C, onde permaneceram durante 120 horas (AOSA, 1983). Após esse período de envelhecimento, foi realizado o teste de germinação nas temperaturas de 17 e 25°C, sendo avaliadas no quinto dia após a instalação do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste "t" de student e teste Turkey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos dados da tabela 2 encontram-se os valores da primeira contagem da germinação, percentual de germinação e envelhecimento acelerado. Na avaliação da primeira contagem de germinação á 25° C, as diferenças entre os tratamentos foram menos expressivas, somente o tratamento com dietholate apresentou um menor percentual de plântulas normais na primeira contagem (Tabela 2). Quando as sementes foram expostas á condição de estresse (17° C), o percentual de plântulas normais na primeira contagem diminuiu bastante para todos os tratamentos, quando comparadas a temperatura ótima para a cultura (25°C).

Tabela 2. Primeira contagem da germinação (PCG), Germinação (GER) e Envelhecimento Acelerado (EA) para sementes de arroz tratadas com diferentes produtos e submetidas a diferentes temperaturas.

Trat.	PCG (%)		GER (%)		EA (%)	
	25°C	17°C	25°C	17°C	25°C	17°C
T1	83 a ² A ¹	28 aB	91 abA	35 aB	77 aA	35 aB
T2	72 bA	11 bB	86 bA	20 bB	31 cA	34 aB
T3	79 aA	5 bB	92 aA	8 eB	64 bA	14 bB
CV(%)	15,4		11,8		14,8	

¹ Médias com letras maiúsculas distintas na linha diferem pelo teste "t" de student (p≤0,05).

² Médias com letras minúsculas distintas na coluna diferem pelo teste Tukey (p≤0,05).

A ocorrência de frio no estabelecimento da cultura ocasiona atraso tanto na germinação quanto na emergência de plântulas (AMARAL; SANTOS, 1983), e um bom desempenho nesses estádios é importante para garantir seu rápido e uniforme estabelecimento, incrementando a capacidade competitiva dessa em relação às plantas daninhas (CONCENÇO et al., 2007).

Com relação à germinação também houve diferença significativa entre as temperaturas. O percentual de germinação dos demais tratamentos foi afetado, quando as sementes foram submetidas a 17°C, devido às condições de estresse a baixas temperaturas, quando comparadas as condições ótimas de temperatura a 25°C (Tabela 2). A faixa de temperatura para bom desenvolvimento do arroz situa-se entre 25 e 30°C (YOSHIDA, 1981), sendo que temperaturas abaixo dessa faixa podem ocasionar danos e estresse a cultura. A cultura do arroz é sensível ao estresse por frio, sendo que sua exposição pode ocasionar diversos danos, principalmente na germinação e seu estabelecimento inicial, esses danos resultam em perdas de produtividade. Apesar de ser considerada uma cultivar com boa adaptação às condições de média e baixa temperatura em ensaio de sensibilidade ao frio, a cultivar IRGA 424 apresentou sobrevivência de apenas 2,5% de plântulas no trabalho desenvolvido por Cruz et al. (2010).

Quando as sementes foram submetidas à temperatura de 25°C, somente o tratamento com dietholate isolado (T2) apresentou menor percentual de germinação. Já a combinação dos produtos dietholate+fipronil+carboxina+tiram (T3) em condições ótimas apresentaram maior percentual de plântulas normais tanto na primeira contagem como na contagem final da germinação quando comparado ao dietholate isolado, porém quando as sementes foram expostas a estresse por baixa temperatura, tanto o tratamento com dietholate isolado como em combinação apresentaram desempenho inferior ao tratamento controle, mostrando que a combinação desses produtos em condições adversas influenciou negativamente no desenvolvimento inicial das plantas.

Essa combinação é comumente utilizada pelos produtores, porém o uso de dietholate isolado e em combinação prejudicou o processo germinativo em condições de baixas temperaturas.

Ao avaliar o efeito do tratamento de sementes, no teste de envelhecimento acelerado, os resultados não diferiram dos demais resultados observados, destacando o efeito negativo quando as sementes receberam o produto dietholate, evidenciado tanto na temperatura de 25°C e 17°C, e na combinação dos produtos dietholate+fipronil+carboxina+thiram na temperatura de 17°C. A redução do crescimento sugere a existência de sensibilidade das sementes de arroz da cultivar IRGA 424 ao protetor estudado, visto que os tratamentos inibiram o crescimento inicial da parte aérea das plântulas nas duas temperaturas testadas. Resultados semelhantes foram obtidos em sorgo, usando o protetor de sementes flurazole, que levou a inibição do crescimento de plântulas (HIRASE & MOLIN, 2003), e em arroz, com o protetor dietilfenilfosforotioato (MISTURA, 2008).

CONCLUSÃO

O tratamento de sementes com dietholate, isolado ou combinado com outros produtos, influencia negativamente o potencial de germinação e o vigor das sementes em condições de baixa temperatura e isoladamente em condições de temperatura ótima para a cultura do arroz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, A. S.; SANTOS, E. C. Efeito da umidade e da temperatura do solo na emergência de plântulas de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v.5, p.43-54, 1983.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing, 1983. 88p

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análises de semente** / Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento safra brasileira de grãos**, v. 2 - Safra 2014/15, n. 8 - Oitavo Primeiro Levantamento, Brasília, mai. 2015.

CRUZ, R.P.; DUARTE, I.T.L.; CABREIRA, C. Inheritance of rice cold tolerance at the seedling stage. **Science Agricola**, v.67, p.669-674, 2010.

CONCENÇO, G. et al. Emergência e crescimento inicial de plantas de arroz e capim arroz em função do nível de umidade do solo. **Planta Daninha**, v.25, p.457-463, 2007.

FERHATOGLU, Y.; et al. The basic for safening of clomazone by phorate insecticide in cotton and inhibitors of cytochrome P-450. **Pesticide Biochemistry Physiology**, v. 81, p. 59-70, 2005.

HARTZIOS, R. R.; BURGOS, N. Metabolism – based herbicide resistance: regulation by safeners, **Weed Science**, V. 52, n.3, p. 454-467, 2004.

HIRASE, K.; MOLIN, W.T. Sulfur assimilation in plants weed control: Potential targets for novel herbicides and action sites of certain safeners. **Weed Biology and Management**, Stoneville, v.3, p.147-157, 2003.

KARAM, D. et al. Seletividade da cultura do milho ao herbicida clomazone por meio do uso de dietholate. **Revista Brasileira Milho Sorgo**, v. 2, p. 72-79, 2003.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.3, p.1-24.

MENTEN, J. O. M.; DEZORDI. Tratamento químico de sementes: evolução, situação atual e perspectivas, **Revista Seeds News**, Pelotas, v.18, n.4, p.10-14, julho/agosto, 2014.

MERTZ, L.M. et al., Alterações fisiológicas em sementes de arroz expostas ao frio na fase de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, p.254-262, 2009.

MISTURA, C.C. et al., Influência do protetor de sementes dietilfenilfosforotioato sobre plântulas de arroz (*Oryza sativa* L.) **Revista Brasileira de Agrociência**. v.14, p.231- 238, 2008.

YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: IRRI, 277 p. 1981.

WEED MANAGEMENT IN LOUISIANA RICE PRODUCTION SYSTEMS

Eric P. Webster¹

Keywords: *Oryza sativa* L., herbicide resistant rice, herbicide programs.

INTRODUCTION

Weeds are some of the most troublesome pests in rice production in the United States and throughout the world. Weeds compete with rice for water, nutrients, space and light (Smith 1968). Direct losses from weed competition are measurable and these losses can be extensive. Indirect losses such as increased costs of harvesting and drying, reduced quality and dockage at the mill, and reduced harvest efficiency are not readily measured but can reduce profits (Smith 1988). Therefore, weed control measures should encompass broad spectrum activity under different production practices and systems.

Numerous grass and broadleaf weeds and sedges can be economically damaging in rice. It is estimated that more than 80 species belonging to more than 40 genera can be problem weeds in the U.S. rice production (Smith 1981). Rice weeds can grow and thrive in aquatic, semiaquatic, and terrestrial environments. Some of the major weed problems, such as barnyardgrass [*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.], broadleaf signalgrass [*Urochloa platyphylla* (Munro ex C. Wright) R. D. Webster], red rice (*Oryza sativa* L.), hemp sesbania [*Sesbania herbacea* (Mill.) McVaugh], alligatorweed [*Alternanthera philoxeroides* (Mart) Griseb.], spreading dayflower [*Commelina diffusa* Burm. F.], hemp sesbania [*Sesbania herbacea* (Mill.) McVaugh], Indian jointvetch (*Aeschynomene indica* L.), and annual and perennial sedges (*Cyperus* spp.) can thrive in both aquatic and dryland situations (Carlson et al. 2012). Nealley's sprangletop (*Leptochloa nealleyi* Vasey) and rice cutgrass [*Leersia oryzoides* (L.) Sw.] are grass weeds that have become more widespread over the past few years, and these weeds tend to be more common in reduced tillage areas or growing along levees.

In south Louisiana, a rice-crawfish rotation is a common practice, causing several weeds to become major problems as a result of the year-round aquatic environment associated with this production system. Ducksalad [*Heteranthera limosa* (Sw.) Willd.], grassy arrowhead (*Sagittaria graminea* Michx.), common arrowhead (*Sagittaria latifolia* Willd.), creeping burhead [*Echinodorus cordifolius* (L.) Griseb.], pickerelweed (*Pontederia cordata* L.) and roundleaf mudplantain [*Heteranthera reniformis* Ruiz & Pavon] require high moisture to germinate and are much more aggressive in aquatic situations. Perennial grasses such as creeping rivergrass [*Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitchc.], knotgrass (*Paspalum distichum* L.), brook paspalum (*Paspalum acuminatum* Raddi), and water paspalum (*Paspalum hydrophilum* Henr.) are becoming more of a problem in Louisiana rice production due to a rice-crawfish rotation (Bottoms et al 2011).

Although weeds vary in their ability to compete with rice, most fields contain a complex of weeds that will reduce yield and quality if an appropriate weed management strategy is not implemented (Smith 1968). Rice weed control is best accomplished by using a combination of cultural, mechanical, and chemical management practices. Relying on a single control practice seldom provides adequate weed management, and a thorough knowledge of historical weed infestations and weed species currently infesting each field is critical in developing appropriate management strategies.

In Louisiana, there are two production systems, 1) drill-seeded rice, also referred to as dry-seeded and 2) water-seeded rice. In 2015, approximately 65% of the rice in Louisiana was produced under a drill-seeded system and the remainder under water-seeded production. Prior to the commercial release of imidazolinone-resistant (IR) rice in

¹Louisiana State University Agricultural Center, 104 Sturgis Hall, Baton Rouge, LA 70808.
ewebster@agcenter.lsu.edu.

2002, sold under the tradename Clearfield Rice®, approximately 75 to 85% of the rice grown in Louisiana was produced under a water-seed production system. Each of these production systems brings different challenges to rice producers. The ability to use a herbicide in both production systems, drill- and water-seeded rice, allows producers more flexibility when determining which system to employ. However, some herbicides that can be used in drill-seeded rice have limitations in a water-seeded system, for example, pendimethalin and quinclorac. In many cases, when producers decide on a production system, the herbicide program is also determined.

For many years, the weed control program for rice in the southern United States centered on propanil for control of annual grass and broadleaf weeds (Smith 1961; Smith 1965). Propanil was commercialized in the early 1960s and became the primary herbicide for control of barnyardgrass. By the early 1990s, 98% of the rice acreage was treated with at least one application of propanil each year (Carey et al. 1995). With the development of IR rice, researchers have reported increased weed control spectrum with the use of propanil based products mixed with imazethapyr (Carlson et al. 2011, Pellerin et al. 2003; Pellerin et al. 2004).

Red rice has been recognized as a weed in U.S. rice fields for over 150 years, and it has become increasingly troublesome in cultivated rice fields throughout the southern United States (Khodayari et al. 1987). Barnyardgrass is another troublesome weed in temperate and tropical areas, and is capable of reducing rice yields by 80% (Smith 1965). In southern U.S. rice production, weed management decisions prior to the release of IR rice were often based on the control of barnyardgrass because of the lack of herbicides available for red rice control. However, weed management in Louisiana changed with the development of IR rice (Carlson et al. 2011; Carlson et al. 2012; Pellerin and Webster 2004; Webster et al. 2012; Webster and Masson 2001).

IR rice exhibits tolerance to the imidazolinone class of herbicides, which inhibit acetohydroxy acid synthase (EC 2.2.1.6), also known as acetolactate synthase (Stougaard et al. 1990). IR rice was discovered in 1993 through seed mutagenesis, allowing IR rice lines to be considered non-transgenic. For the first time, red rice could be economically controlled while producing a crop of rice with the use of imidazolinone herbicides (Carlson et al. 2011, Carlson et al. 2012, Webster et al. 2012).

Herbicide mixtures have proven to be beneficial in improving efficacy and broadening the weed control spectrum in IR rice (Carlson et al. 2011; Pellerin et al. 2003; Pellerin et al. 2004; Webster et al. 2012). Research has shown that the addition of propanil, or one of many other herbicides labeled in rice, to imazamox or imazethapyr can increase alligatorweed, barnyardgrass, hemp sesbania, red rice, and Texasweed [*Caperonia palustris* (L.) St. Hil.] control in IR rice production (Carlson et al. 2011; Pellerin et al. 2003; Webster et al. 2012). The use of herbicide mixtures is favorable to producers because of increased weed control and reduced application cost (Hydrick and Shaw 1994). Often times, herbicides used in mixture have different modes of action (Blouin et al. 2010; Lanclos et al. 2002; Zhang et al. 2005), and it is understood that herbicide mixtures can have one of three responses, synergistic, antagonistic, or additive (Blouin 2010; Drury 1980; Morse 1978; Nash 1981). The use of different modes of action in a single spray mixture can be part of a herbicide resistance management strategy.

Advances in weed management technology have played an essential role in the development of the rice industry (Carlson et al. 2011). Weed management decisions often drive the overall production system in rice, and numerous herbicides are available for preemergence and postemergence use in rice (Webster et al. 2014). IR rice provided a major advancement in weed management technology for producers. This presentation will focus on weed management practices in Louisiana rice production, and explore advances in herbicide development and new herbicide resistant rice currently being evaluated.

TOPICS OF PRESENTATION

Many weed management programs often begin with a burndown application (Webster et al. 2014). These burndown applications can consist of a single herbicide application like glyphosate, or a multiple herbicide mixture with glyphosate as the standard product in the mixture. It is more important to apply a burndown herbicide in a timely manner and within the guidelines of the label. It is recommended to apply burndown herbicides at least 4- to 6-weeks prior to planting. This removes any vegetation which can compete with emerging rice seedlings, and it can also reduce the insects that may feed on emerging rice. In many cases, a burndown application at planting may be required even when an earlier treatment is applied in order to remove late emerging weeds and guarantee a weed-free seedbed. Research indicates competition and yield loss due to weeds is more severe within 2- to 4-weeks after rice emergence compared with weed infestations which emerge after a 3- to 4-week weed-free period. By delaying the initial burndown application to an at planting burndown application, the producer risk early season competition from those weeds even though they may be slowed or dying due to the herbicide application.

Flumioxazin, a protoporphyrinogen oxidase inhibitor (PPO) sold under the trade name Valor®, applied at 72 g a.i. ha⁻¹ is an excellent addition in a burndown program and provides residual activity on many broadleaf weeds; however, it provides little to no activity on grass weeds, so it should be mixed with a glyphosate containing herbicide (Bergeron et al. 2014). Saflufenacil, another PPO inhibitor sold under the trade name Sharpen®, applied at 50 g a.i. ha⁻¹ has excellent activity on broadleaf and grass weeds when used as a burndown herbicide, but saflufenacil can also be applied as preemergence application in rice. Thifensulfuron plus tribenuron, an ALS inhibitor sold under the trade name FirstShot®, applied at 28 g a.i. ha⁻¹ provides excellent activity on many broadleaf and aquatic weeds. FirstShot contains the same herbicide combination found in Harmony Extra® but in a different ratio and rate, and the herbicide ratio in FirstShot allows the plant back interval to decrease from 45 days with Harmony Extra to no plant back restriction. This provides an excellent tool for a burndown program. Even though FirstShot has no plant back restriction it should be applied 4- to 6-weeks prior to planting to obtain the benefit of the herbicide. Another pre-package mixture rimsulfuron plus thifensulfuron, sold under the trade name LeadOff®, applied at 35 g a.i. ha⁻¹ can be used as a burndown herbicide in rice. This herbicide can provide long residual activity on many broadleaf, grass, and sedge weeds. However, LeadOff has some stringent replanting restrictions for rice and other crops, and these restrictions should be followed exactly as the label states. Each of these herbicides used as a preplant burndown herbicide in Louisiana is often mixed with 840 to 1120 g a.i. ha⁻¹ of glyphosate, in order to achieve broad spectrum weed control with one application.

Clearfield rice inbred lines became commercially available in 2002, and hybrid Clearfield rice became available 2 years later. The IR technology is primarily used to control red rice during the growing season, and this also allowed producers to grow rice year after year with no rotation. However, this practice of continuous rice was not a part of the stewardship program developed by BASF. There are issues with out-crossing of Clearfield lines and/or hybrids with red rice that can escape control measures. The hybrid rice also has dormant seed characteristics which can become a weed problem as an F2 the following year. These out-crosses and the F2 rice plants coupled with red rice form a complex that is referred to as weedy rice. A non-GMO herbicide resistant rice is currently under development by BASF, and this new technology is known as Provisia® rice.

In 2014, Provisia rice was first evaluated for the potential use in the mid-south rice producing states to help manage weedy rice. Provisia rice is resistant to the herbicide quizalofop. Several studies were initiated to evaluate weed management with quizalofop applied to the new herbicide resistant rice. In the first study, quizalofop was applied in sequential applications without a broadleaf or sedge herbicide in the program. Potential herbicide combinations were evaluated for weed management and potential antagonism when quizalofop was mixed with other rice herbicides. The LSU AgCenter rice variety development program is currently developing lines that will be acceptable in southern rice

production, and tolerance trials were conducted on each potential line. This technology will hopefully provide another option to rice producers for control of red rice and other difficult to control grasses, and help extend the life of the Clearfield technology and the new Provisia technology.

Quizalofop only programs evaluated the control of red rice and hybrid Clearfield 'CLXL 745' rice and the tolerance of a Provisia inbred line. The initial application of quizalofop was applied at 80 and 100 g a.i. ha⁻¹ on rice in the two- to three-leaf stage or 100 g ha⁻¹ on one- to two-tiller rice. A sequential application of quizalofop at 124, 145 or 166 g ha⁻¹ was applied to rice in the one- to two- tiller stage or panicle initiation growth stage. Studies were conducted at the LSU AgCenter's Rice Research Station near Crowley, Louisiana and the Northeast Research Station near St. Joseph, Louisiana.

Control of red rice and CLXL 745 was 94 to 98% when treated with quizalofop, and initial results indicate the IR hybrid may be slightly more difficult to control. In the mixture trial, no antagonism was observed near Crowley, Louisiana; however, near St. Joseph, Louisiana, quizalofop was antagonized by propanil plus thiobencarb applied at 6.72 kg a.i. ha⁻¹, halosulfuron plus thifensulfuron applied at 40 g a.i. ha⁻¹, penoxsulam applied at 40 g a.i. ha⁻¹, and several other herbicides evaluated. Injury was observed on the Provisia rice line used in the weed management studies and all of the experimental lines in the trial evaluating potential breeding lines. Injury symptoms were slight yellowing of rice plants at 7 to 10 days after treatment, and by 21 days after treatment little to no injury was observed.

In conclusion, Provisia rice will be a useful tool to rice producers in the mid-south. This technology has excellent activity on the weedy rice complex and many of the grasses infesting rice production. The limitation of this technology will be the ability to mix other herbicides with quizalofop to broaden the weed control spectrum without antagonism occurring.

Two studies were established to evaluate the potential synergism between propanil plus imazethapyr or imazamox. The experimental design was a randomized complete block with four replications in a two-factor factorial arrangement of treatments. In the first study, factor A consisted of imazethapyr applied at 0 and 70 g a.i. ha⁻¹. Factor B consisted of propanil applied at 0, 1120, 2240, 3360, and 4480 kg a.i. ha⁻¹. In the second study imazamox applied at 0 and 44 g a.i. ha⁻¹ was substituted for imazethapyr for factor A. The mixture combinations were applied to two- to three-leaf rice. Blouin's modified Colby's procedure was used to determine if herbicide interactions were antagonistic, synergistic, or additive (Blouin et al. 2010). An additive response will be referred to as a neutral response from this point forward.

Red rice control at 14 days after treatment provided a synergistic response when imazethapyr was added in a mixture with propanil applied at 2240, 3360, 4480 g ha⁻¹. Control increased, a synergistic response, from an expected value of 75, 76, and 76% control of red rice to 81, 85, and 87%, respectively. When imazamox was substituted for imazethapyr, a synergistic response occurred when mixed with propanil applied at 3360 and 4480 g ha⁻¹. Barnyardgrass control with all imazethapyr plus propanil mixtures resulted in a neutral response. Imazamox plus propanil applied at 1120 g ha⁻¹ resulted in a synergistic response for barnyardgrass control.

At 21 days after treatment, imazethapyr plus propanil applied at 4480 g ha⁻¹, increased red rice control, a synergistic response, from 87% to 93%, while all other mixtures resulted in a neutral response. Similar results were shown with imazamox by increasing red rice control, a synergistic response, from 84 to 90% with propanil applied at 3360 g ha⁻¹ and from 81% to 89% control with propanil applied at 4480 g ha⁻¹, and a neutral response for control from all other mixtures. Barnyardgrass control treated with all herbicide combinations resulted in a neutral response.

At 49 days after treatment, imazethapyr mixed with propanil applied at 4480 g ha⁻¹ increased red rice control, a synergistic response, from 82 to 93% control. Imazamox plus propanil applied at 1120, 2240, 3360, and 4480 g ha⁻¹ increased red rice control providing a synergistic response from 73% to 80, 84, 83, and 84% control, respectively.

Barnyardgrass control with imazethapyr plus propanil applied at 1120 g ha⁻¹ was antagonistic by decreasing control from 78 to 64% control. Barnyardgrass treated with rates of propanil mixed with imazamox resulted in neutral response. Rice treated with ant herbicide mixture evaluated resulted in higher yields compared with rice treated with imazethapyr or imazamox alone.

A mixture of propanil applied at 4480 g ha⁻¹ plus imazethapyr applied at 70 g ha⁻¹ or imazamox applied at 44 g ha⁻¹ provided a synergistic response for control of red rice. The increased weed control is a valuable response when used in the IR system to help manage or reduce the development of herbicide resistant red rice. The higher rates of propanil when mixed with imidazolinone herbicides were synergistic for barnyardgrass as well as increased control of Amazon sprangletop [*Leptochloa panicoides* (J. Presl) Hitch.], and hemp sesbania.

Hybrid rice seed has a history of dormancy, and it can become a weedy plant if allowed to establish the following growing season as an F2. IR F2 rice plants can have many phenotypic characteristics, and these plants are often resistant to imazethapyr and imazamox. Some of the characteristics include medium and long grains, pubescent or glabrous leaves, awned and/or awnless seed, and dark to light green vegetation. These resistant F2 plants can become a tremendous weed problem when IR hybrid rice is grown in consecutive years, and another issue with the IR rice technology is outcrossing potential with of red rice.

Previous research has indicated a 4-year rotation is needed to help manage weedy rice. A field study was established in 2013 to evaluate long term rotations for control of weedy rice using currently available herbicide resistant rice and soybeans and an experimental herbicide resistant rice. The field was located near Esterwood, Louisiana. The area has a large population of red rice, hybrid rice dormancy issues, and IR/red rice out-crosses. From this point forward the hybrid F2, red rice, and the red rice out-crosses will be referred to as weedy rice. It is apparent the field was close to being a total loss with a loss of profitability due to weedy rice competition, and the field was close to abandonment by the producer. In 2014, Provisia rice was evaluated for the control of weedy rice at this location.

The four year study evaluated five rotations including the use of Provisia rice in 2014. The rotations used are: Rotation 1) Roundup Ready® (RR) soybean (2013)/Provisia rice (2014)/RR soybean (2015)/Clearfield (CL) hybrid rice (2016); Rotation 2) Fallow (2013)/Provisia rice (2014)/RR soybean (2015)/CL hybrid rice (2016); Rotation 3) CL hybrid rice (2013)/LL soybean (2014)/Provisia rice (2015)/CL hybrid rice (2016); Rotation 4) RR soybean (2013)/Liberty Link (LL) soybean (2014)/RR soybean (2015)/CL hybrid rice (2016); Rotation 5) RR soybean/CL hybrid rice (2014)/RR soybean (2015)/CL hybrid (2016).

In 2013, each 0.2 ha block followed the rotations listed above, and herbicide programs employed for each year are listed below. Clearfield CLXL 745 was treated with clomazone applied at 336 g a.i. ha⁻¹ plus imazethapyr applied at 105 g a.i. ha⁻¹ on one- to two-leaf rice, followed by (fb) imazethapyr applied at 105 g a.i. ha⁻¹ on three- to four-leaf rice fb a panicle initiation (PI) application of imazamox applied at 44 g a.i. ha⁻¹. RR soybean was treated with glyphosate applied at 1120 g a.i. ha⁻¹ plus dimethenamid applied at 945 g a.i. ha⁻¹ at the first trifoliate leaf. A second application of glyphosate applied at 1120 g ha⁻¹ was applied at 21 days later. Rotation 4 was treated with pyroxasulfone applied at 150 g a.i. ha⁻¹ added to first application of glyphosate plus dimethenamid. The fallow area, Rotation 2, was treated with glyphosate applied at 1120 g ha⁻¹ at the same time the soybeans were treated with glyphosate. A tillage operation occurred in the fallow area 2 weeks after the second glyphosate application. A third glyphosate application occurred 4 weeks later in the fallow area. Weedy rice plants were counted in each 0.2 ha block.

In 2014, Rotation 1 was planted with Provisia rice and treated with quizalofop applied at 115 g a.i. ha⁻¹ on two- to three-leaf rice fb by quizalofop applied at 115 g ha⁻¹ on four-leaf to one-tiller rice. Rotation 2 was treated with quizalofop applied at 115 g ha⁻¹ on two- to three-leaf rice fb by quizalofop applied at 115 g ha⁻¹ on four-leaf to one-tiller rice. Rotation 3

was treated with glufosinate applied at 820 g a.i. ha⁻¹ plus dimethenamid applied at 945 g ha⁻¹ on soybean in the first trifoliolate leaf stage fb glufosinate applied at 820 g ha⁻¹ applied 21 days later. Rotation 4 was treated with glufosinate applied at 820 g ha⁻¹ plus dimethenamid applied at 945 g ha⁻¹ plus pyroxasulfone applied at 150 g ha⁻¹ on soybean in the first trifoliolate leaf stage fb glufosinate applied at 820 g ha⁻¹ applied 21 days later. Rotation 5 was planted with Clearfield 'CLXL 745' rice and treated with clomazone applied at 336 g ha⁻¹ plus imazethapyr applied at 105 g ha⁻¹ on two- to three-leaf rice, fb imazethapyr applied at 105 g ha⁻¹ on four-leaf to one-tiller rice fb a PI application of imazamox applied at 44 g ha⁻¹. The final weedy rice plants were counted on July 16, 2014 immediately prior to destroying Provisia rice and Liberty Link soybean with glyphosate applied at 1680 g ha⁻¹.

In 2013, the rotation planted to IR hybrid rice had the lowest number of weedy rice plants at 0.269 plants m⁻² at the end of the first growing season. The first year fallow rotation had the highest population of weedy rice with 251,000 plants ha⁻¹, or 25.1 plants m⁻².

In 2014, weedy rice plants for each rotation were: rotation 1 - 0.005 plants m⁻²; rotation 2 - 0.004 plants m⁻²; rotation 3 - 2.6 plants m⁻²; rotation 4 - 3.1 plants m⁻²; rotation 5 - 39.6 plants m⁻². This research indicates that long term crop rotation, herbicide rotation, and employing different production practices can be used to manage weedy rice plants.

Four studies were conducted in 2011, 2012, and 2013 at the Rice Research Station near Crowley, Louisiana and the Northeast Research Station near St. Joseph, Louisiana. Each trial included 16 broadleaf and/or sedge herbicides applied at early postemergence, mid-postemergence, late postemergence, and as a salvage treatment. Each application timing was a separate study. Clomazone was applied as a preemergence application at 336 g a.i. ha⁻¹. These studies evaluated control of hemp sesbania, Indian jointvetch, yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.), and rice flatsedge (*Cyperus iria* L.). Herbicides applied at the early postemergence timing allowed for re-infestation of the area by Indian jointvetch and other weeds. At the mid-postemergence timing several herbicides controlled the weeds present and allowed the rice to maximize yields. The herbicides that performed at the mid-postemergence timing were bensulfuron, bispyribac, carfentrazone plus quinclorac, halosulfuron, halosulfuron plus thifensulfuron, imazosulfuron, orthosulfamuron plus halosulfuron, penoxsulam plus triclopyr, propanil, and quinclorac. Weed control increased with all herbicides applied as a salvage application; however, halosulfuron, penoxsulam, penoxsulam plus triclopyr, quinclorac, and triclopyr increased yields compared with the nontreated from 1340 to 2320 kg ha⁻¹. Yields decreased as initial timing was delayed past the mid-postemergence timing. The mid-postemergence timing appeared to be the most consistent of all the studies in 2012 and 2013 from a weed control and yield standpoint.

Benzobicyclon, a Gowan experimental herbicide, is currently being sold in Japan. This herbicide has soil activity but must be activated with establishment of a permanent flood within a few hours of application; however, this herbicide seems to be more consistent if a flood is present prior to application. Benzobicyclon has excellent activity on ducksalad and other aquatic weeds, and also has activity on annual sedges, grasses, and broadleaf weeds. Initial observations indicate activity on Amazon sprangletop.

In a study conducted at the LSU AgCenter Rice Research Station near Crowley, Louisiana several aquatic weeds were transplanted into 1-m diameter by 0.4-m tall galvanized rings under flooded conditions. The rings were placed in the center of a 2.5 m by 5 m plot approximately 5 cm into the soil profile. Benzobicyclon was applied at 247, 494, and 988 g a.i. ha⁻¹ approximately 14 days after transplanting. The weeds transplanted were Amazon sprangletop, cattail (*Typha latifolia* L.), grassy arrowleaf, pickerelweed, and red ludwigia (*Ludwigia repens* J.R. Forst.). The area was also naturally infested with barnyardgrass, ducksalad, and Indian jointvetch. Benzobicyclon applied at 247 kg ha⁻¹ controlled red ludwigia, pickerelweed, and grassy arrowleaf. The higher rates were needed to control cattail and Amazon sprangletop. Benzobicyclon has potential to be a herbicide that can be used on several thousand acres in Louisiana.

Nealley's sprangletop is a weed that has expanded in the last 5 to 10 years in Louisiana. A glasshouse study was established on the LSU campus near Baton Rouge, Louisiana to evaluate several herbicides used in rice and other crops. Fenoxypop applied at 122 g a.i. ha⁻¹, quizalofop applied at 185 g a.i. ha⁻¹, clethodim applied at 140 g a.i. ha⁻¹, glyphosate applied at 1120 g a.i. ha⁻¹, and glufosinate applied at 450 g a.i. ha⁻¹ controlled Nealley's sprangletop 95 to 98% at 11 and 14 d after treatment. The same herbicides reduced total plant biomass to 0.9 to 2.2 g plant⁻¹ compared with the nontreated with a biomass of 15.3 g/plant. Nealley's sprangletop treated with quinclorac applied at 420 g ha⁻¹ or penoxulm at 40 g ha⁻¹ had biomass values of 19.1 and 18.8 g plant⁻¹, respectively. No tillers were produced when Nealley's sprangletop was treated with fenoxypop, quizalofop, clethodim, glyphosate, and glufosinate; however, the nontreated, quinclorac, penoxsulam, bispyribac at 28 applied g a.i. ha⁻¹, imazethapyr applied at 105 g a.i. ha⁻¹, imazamox applied at 44 g ha⁻¹, and thiobencarb applied at 4480 g a.i. ha⁻¹ treated Nealley's sprangletop had 11 to 14 tillers. This research indicates that Neally's sprangletop can be managed in a rice crop with the use of burndown herbicides like glyphosate and glufosinate and in crop with fenoxaprop.

Weed control continues to evolve in rice production, and this includes the development of new herbicides, new herbicide resistant rice, and new invasive weed species. On average, over the past 16 years at least one new herbicide has been labeled in rice per year in the United States. This trend appears that it will continue for the next several years.

ACKNOWLEDGMENT

The author would like to thank Dr. Steve Linscombe and the staff of the Louisiana State University Agricultural Center Rice Research Station. Louisiana Rice Research Board provided partial funding for this project.

REFERENCES

- Bergeron, E.A., et al. Rice weed management in Louisiana. Rice Technical Working Group. New Orleans, Louisiana, v. 35, p. 97, February 2014.
- Blouin, D. C.; Webster, E. P.; Bond, J. A. On a method for synergistic and antagonistic joint-action effects with fenoxaprop mixtures in rice. Weed Technology, Lawrence, Kansas, v. 24, no.4, p.583-589, October 2010.
- Bottoms, S. L. et al. Effects of Herbicides on Growth and Vegetative Reproduction of Creeping Rivergrass. Weed Technology, v. 25, no. 2, pp. 262-267, April 2011.
- Carlson T. P. et al. Imazethapyr plus propanil programs in imidazolinone-resistant rice. Weed Technology Lawrence, Kansas, v. 25, no. 2, p. 205-211, April 2011
- Carlson, T.P. et al. Economic evaluations of imazethapyr rates and timings on rice. Weed Technology, Lawrence, Kansas, v. 26, no.1, p. 24-28, January 2012.
- Carey, V. F., III.; Hoagland R. E.; Talbert R. E. Verification and distribution of propanil-resistant barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in Arkansas. Weed Technology, Lawrence, Kansas, v. 9, no. 2, p. 366-372, April 1995.
- Drury, R. E. Physiological interaction, its mathematical expression. Weed Science, Lawrence, Kansas, v. 28, no. 5, p. 573-579, September 1980.

- Hydrick, D. E.; Shaw, D. R. Effects of tank-mix combinations of non-selective foliar and selective soil-applied herbicides on three weed species. *Weed Technology*, Lawrence, Kansas, v. 8, no. 1, p. 129–133, January 1994.
- Khodayari K.; Smith, R. J., Jr.; Black, H. L. Red rice (*Oryza sativa*) control with herbicide treatments in soybeans (*Glycine max*). *Weed Science*, Lawrence, Kansas, v. 35, no. 1, p. 127–129, January 1987.
- Lanclos, D. Y.; Webster, E. P.; Zhang, W. Glufosinate tank-mix combinations in glufosinate-resistant rice (*Oryza sativa*). *Weed Technology*, Lawrence, Kansas, v. 16, no. 3, p. 659:663, July 2002.
- Morse, P.M. Some comments on the assessment of joint action in herbicide mixtures. *Weed Science*, Lawrence, Kansas, v.26, no. 1, p. 58–71, January 1978.
- Nash, R. G. Phytotoxic interaction studies—techniques for evaluation and presentation of results. *Weed Science*, Lawrence, Kansas, v. 29, no. 1, p. 147–155, January 1981.
- Pellerin, K. J. et al. Herbicide mixtures in water-seeded imidazolinone-resistant rice (*Oryza sativa*). *Weed Technology*, Lawrence, Kansas, v. 17, no. 4, p.836–841, October 2003.
- Pellerin KJ, Webster EP, Zhang W, Blouin DC (2004) Potential use of imazethapyr mixtures in drill-seeded imidazolinone-resistant rice. *Weed Technology*, Lawrence, Kansas, v. 18, no. 4, p.1037-1042, October 2004.
- Smith, R. J., Jr. Weeds of major economic importance in rice and yield losses due to weed competition. *Proc. Conf. Weed Control in Rice*. Internation Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Philippines. p. 19-36, August 1981.
- Smith, R. J., Jr. Weed competition in rice. *Weed Science*, Lawrence, Kansas, v. 16, no. 2, p. 252-255, April 1968.
- Smith, R. J., Jr. Weed thresholds in southern U.S. rice, *Oryza sativa*. *Weed Technology*, Lawrence, Kansas, v. 2, no. 3, p. 232–241, July 1988.
- Smith, R.J., Jr. 3,4-Dichloropropionanilide for control of barnyardgrass in rice. *Weeds*, Lawrence, Kansas, v. 9, no. 2, p. 318–322, April 1961
- Smith, R. J., Jr. Propanil and mixtures with propanil for weed control in rice. *Weeds*, Lawrence, Kansas, v. 13, no. 3, p. 236–238, July 1965.
- Stougaard, R. N.; Shea, P. J.; Martin, A. R. Effect of soil type and pH on adsorption, mobility, and efficacy of imazaquin and imazethapyr. *Weed Science*, Lawrence, Kansas, v. 38, no. 1, p. 67–73, January 1990.
- Webster, E. P. et al. Imazethapyr plus residual herbicide programs for imidazolinone-resistant rice. *Weed Technology*, Lawrence, Kansas, v. 26, no. 3, p. 410-416, July 2012.
- Webster, E. P; Fish, J. C.; McKnight B. M. Rice weed management continues to evolve. *Rice Technical Working Group*. New Orleans, Louisiana, v. 35, p. 46, February 2014.
- Webster, E. P.; Masson, J. A. Acetolactate synthase-inhibiting herbicides on imidazolinone-tolerant rice. *Weed Science*, Lawrence, Kansas, v. 49, no. 5, p. 652–657, September 2001.

Zhang, W. et al. Fenoxaprop interactions for barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) control in Rice. Weed Technology, Lawrence, Kansas, v. 19, no. 2, p. 293-297, April 2005.

DOENÇAS FÚNGICAS EM ARROZ IRRIGADO: PREVENÇÃO É A MELHOR ESTRATÉGIA DE CONTROLE

Carlos Henrique Paim Mariot¹; Rogerio Silva Rubin²; Angela Da Cas Bundt³; Luis Claudio V. da Cunha⁴

INTRODUÇÃO

A cultura do arroz (*Oryza sativa*) pode ser atacada por um grande número de doenças causadas por fungos, vírus, bactérias e nematóides. Preocupantemente, estas doenças tem se tornado mais expressivas por diversas razões, incluindo, a expansão das áreas de cultivo, o alongamento do ciclo de cultivo, sobrevivência dos patógenos na entressafra e a utilização de cultivares altamente produtivas e que respondem a altas doses de nitrogênio, consequentemente aumentando a suscetibilidade as doenças. Embora algumas destas doenças exerçam papel secundário na produção do arroz, outras podem reduzir expressivamente a produtividade da cultura.

Devido a esta ampla gama de agentes patogênicos e sua dificuldade de controle, a adoção do manejo integrado de doenças por parte dos técnicos e produtores se torna uma ferramenta indispensável para a sustentabilidade do sistema.

O primeiro passo para um manejo integrado racional é o conhecimento das principais doenças relacionadas na cultura, pois diferentes doenças exigem diferentes estratégias para o seu controle. É importante salientar que as estratégias de controle variam de região para região e portanto cada lavoura deve ser tratada como única. A identificação incorreta do agente causal é caso comum entre técnicos e produtores pois os sintomas de uma determinada doença são influenciados, entre outros fatores, pelas condições ambientais, genética do cultivar e estágio de desenvolvimento da cultura. De um modo geral, é razoável assumir que o sucesso para uma alta produtividade está muitas vezes ligado ao manejo preventivo dos principais patógenos que acometem a cultura do arroz. Neste cenário, a prevenção das doenças fúngicas merece uma atenção especial.

Dentre as estratégias de manejo disponíveis ao produtor, o controle químico tem sido uma alternativa viável para evitar ou pelo menos reduzir as perdas de produtividade ocasionadas pelas diversas doenças. Entretanto, a sua eficiência depende não só do ingrediente ativo a ser aplicado mas também da tecnologia e momento de aplicação.

PRINCIPAIS DOENÇAS DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO

BRUSONE

Importância da brusone

A brusone é considerada a doença mais importante da cultura do arroz, constituindo um dos fatores limitantes da produtividade. Pode ser encontrada em todas as regiões do Brasil onde o arroz é cultivado em escala comercial. Este patógeno tem um grande poder destrutivo, atacando plantas em todos os seus estádios de desenvolvimento, o que resulta em sintomas que recebem uma denominação de acordo com a parte da planta infectada. Os prejuízos são variáveis, sendo maiores em regiões tropicais. Alguns dados revelam perdas no peso de grãos na ordem de 12 a 14% e índices de 19 a 55% de espiguetas vazias, o que atinge diretamente o rendimento na colheita. A brusone, em condições favoráveis, causa perdas que podem chegar até 100%. Aplicação de fungicidas na parte

¹ Eng. Agr. M.Sc., pesquisador, Dow Agrosciences Ind. Ltda, Av. das Nações Unidas, 14.171, Diamond Tower – 2º Andar, São Paulo (SP), CEP: 04794-000. Autor para correspondência. E-mail: cpmariot@dow.com

² Eng. Agr. M.Sc., gerente de pesquisa, Dow Agrosciences Indl. Ltda. E-mail: rsrubin@dow.com

³ Eng. Agr. Dr^a, pesquisadora, Dow Agrosciences Ind. Ltda. E-mail: adbundt@dow.com

⁴ Eng. Agr. PhD., pesquisador em fitopatologia, Dow Agrosciences Ind. Ltda. E-mail: lvdacunha@dow.com

aérea das plantas, durante os estádios de emborrachamento e floração, possibilitam a manutenção dos níveis de produtividade e melhoram o rendimento e a qualidade dos grãos.

Etiologia do agente causal da brusone

O agente causal da brusone é o fungo *Pyricularia oryzae* (syn. *P. grisea*; teleomorfo: *Magnaporthe grisea*). *Pyricularia grisea* (sinonímia: *Pyricularia oryzae*). Os conídios são piriformes apresentando a base arredondada e ápice mais estreito. Normalmente são encontrados dois septos por esporos. O conídio é hialino e germina a partir da célula apical ou basal. Os conídios são depositados na superfície da planta e na presença de água livre germina, produzindo o tubo germinativo. Na extremidade do tubo germinativo é formado o apressório, estrutura esta responsável pela penetração do fungo na planta. A penetração é feita diretamente através da cutícula, raramente pelos estômatos. A colonização dos tecidos é facilitada por toxinas, que provocam a morte das células, e por hifas que se desenvolvem no tecido morto.

O fungo apresenta uma variabilidade muito grande em função das exigências nutricionais, condições ambientais, patogenicidade e características culturais. Estudos sobre variabilidade deste fungo tiveram início em 1950, quando algumas cultivares resistentes tornaram-se suscetíveis. A ocorrência de diferentes raças fisiológicas podem ser encontradas na mesma lesão produzida pelo fungo em uma planta de arroz.

O patógeno pode sobreviver na forma de micélio ou conídios em restos de culturas, sementes, hospedeiros alternativos e plantas de arroz que permanecem no campo ou que emergem como plantas espontâneas. A disseminação é feita principalmente através do vento que transporta os esporos de fontes de inóculos primários na lavoura ou de lavouras vizinhas contaminadas pela doença.

Condições ideais de ambiente para o desenvolvimento da brusone

Fatores do ambiente podem influenciar no desenvolvimento do fungo. A esporulação pode ocorrer desde 10 até 35°C, porém a temperatura ideal para o desenvolvimento é de 25 a 28°C. O desenvolvimento do micélio é favorecido por umidade relativa próxima a 93% e a luz pode influenciar a formação dos micélios e esporos. Para a germinação há a necessidade de água livre pois raramente o esporo germina sob condições de ar saturado. O molhamento da folha é essencial para a infecção. A deposição de orvalho por períodos prolongados favorece a alta severidade da doença. As plantas de arroz tornam-se mais suscetíveis em solos secos do que em solos úmidos. O desequilíbrio nutricional aumenta a severidade da brusone, sendo que a brusone da folha e da panícula aumentam com altas doses de nitrogênio. Outra prática cultural que favorece a doença é a alta densidade de plantas como também o plantio em épocas não recomendadas.

Brusone nos grãos

Sementes infectadas são a principal fonte de inóculo primário da brusone, iniciando-se assim a disseminação dentro da lavoura.

Os grãos infectados apresentam manchas marrons, sem forma definida, localizadas nas glumas e glumelas, as quais podem ser confundidas com manchas causadas por outros fungos. Estes grãos normalmente são chochos, manchados ou gessados e sem valor comercial, determinando assim uma grande redução na produtividade e no rendimento após o beneficiamento.

Brusone na folha

A brusone na folha é um sintoma resultante da infecção do fungo no limbo foliar nos estádios iniciais de crescimento das plantas.

Os sintomas nas folhas iniciam-se com a formação de pequenas lesões necróticas, de coloração marrom, que evoluem, aumentando de tamanho, tornando-se elípticas com o centro acinzentado ou esbranquiçado e margem marrom. Manchas isoladas e completamente desenvolvidas, variam de 1-2 cm de comprimento por 0,3-0,5 cm de largura.

Porém, estas podem coalescer e afetar uma grande área do limbo foliar, reduzindo a fotossíntese, e refletindo diretamente na produção de grãos ou até mesmo levando à morte da planta. Entretanto, a forma e a cor das manchas variam dependendo das condições ambientais, da idade das manchas e do grau de suscetibilidade da cultivar do arroz.

Brusone do pescoço

Infecção no último nó da haste do arroz é denominada brusone do pescoço. Os sintomas aparecem na forma de lesões marrom que circundam a região do nó da base da panícula, facilmente observada quando o restante da haste está verde.

A medida que a infecção progride, os tecidos se desintegram e a haste dobra-se no último nó, ficando com as panículas pendentes. Panículas atacadas imediatamente após a emissão ou até a fase de grão leitoso podem causar o chochamento total dos grãos. Estas são facilmente identificadas à campo por apresentarem panículas totalmente esbranquiçadas. Quando as panículas são infectadas mais tardiamente, ocorre uma redução no peso dos grãos ou a quebra da panícula na região afetada, caracterizando o sintoma conhecido como “pescoço quebrado”.

Brusone da Panícula

Os sintomas decorrentes da infecção do fungo causador da brusone na haste principal da panícula ou nas ramificações é denominada brusone da panícula. Os tecidos afetados pela doença apresentam coloração marrom-escuro, sem forma definida, que contrastam com a haste da panícula verde ou marrom, de acordo com o estágio de maturação. Grãos oriundos destas ramificações são chochos, quando a panícula for infectada precocemente, enquanto, infecções tardias nas panículas originam grãos gessados e com pouco peso, sem valor comercial. As infecções nas ramificações primárias e secundárias afetam menos a produção do que as que ocorrem na haste principal da panícula.

Medidas gerais de controle da Brusone

- ✓ O uso de cultivares resistentes compreende um importante fator no manejo das doenças da cultura do arroz entretanto, no caso da brusone, tem sido difícil a incorporação de resistência duradoura, em função da alta variabilidade e virulência deste patógeno;
- ✓ Época da semeadura adequada (evitar épocas tardias);
- ✓ Sementes de boa qualidade e livres de patógeno;
- ✓ Adubação adequada e equilibrada;
- ✓ Densidade de semeadura adequada (evitar adensamentos);
- ✓ Controle de plantas daninhas;
- ✓ Eliminação dos restos culturais infectados;
- ✓ Aplicação de fungicidas na folha quando necessário e principalmente nos estádios de final de emborrachamento e na floração.

MANCHA PARDA

A mancha parda ou mancha marrom, ocorre em todas as regiões do Brasil. Esta doença é causada pelo fungo *Bipolaris oryzae* (syn: *Drechslera oryzae*; teleomorfo: *Cochliobolus miyabeanus*) e afeta a cultura em qualquer estágio de desenvolvimento. Os principais danos são decorrentes da infecção dos grãos, da redução da germinação das sementes, da morte de plântulas oriundas de sementes infectadas e da destruição de área foliar.

Os sintomas são encontrados nas folhas, caules e grãos. Inicialmente as lesões aparecem como pontos arredondados, de coloração marrom, que podem ser confundidos com os sintomas iniciais da brusone. As manchas típicas são circulares com os bordos marrom e o centro acinzentado, em plantas jovens, com 1 a 3 folhas, as lesões pode coalescer apresentando um aspecto de folha queimada, causando a morte da planta. Na panícula, o patógeno invade ráquis, ramificações e glumas, originando manchas marrons, afetando o peso dos grãos, a percentagem de grãos cheios e acarretando redução do

rendimento após o beneficiamento.

MANCHA ESTREITA

A mancha estreita é causada pelo fungo *Cercospora oryzae*. Os esporos do fungo são disseminados pelas sementes e pelo vento. Os sintomas da doença permanecem quase imperceptíveis nas fases iniciais de desenvolvimento do arroz e se torna evidente nos estádios finais da cultura, reduzindo a área foliar fotossintetizante, provocando redução de peso dos grãos, em função da maturação precoce.

As lesões aparecem mais frequentemente nas folhas porém, em condições favoráveis (temperatura entre 28° e 32°C e alta umidade relativa) as manchas podem ser encontradas nas bainhas, colmos e glumas. As lesões características são estreitas, finas, não atingindo mais que 1 ou 2 espaços internervais, apresentando coloração marrom-avermelhada. Nas variedades resistentes as lesões são mais curtas, estreitas e escuras. Nas glumas as manchas são menores e mais escuras do que nas folhas. Normalmente os sintomas aparecem 30 dias após a infecção e, se não tratados, podem causar danos severos à cultura.

ESCALDADURA

A escaaldadura é causada pelo fungo *Rhizosporium oryzae* (teleomorfo: *Monographella albescentis*). Esta doença tem se manifestado em níveis significativos em todas as regiões do Brasil, apesar de não existir quantificações de danos causados por este fungo.

Em condições favoráveis, de altas precipitações pluviométricas, altas densidades de plantas e níveis elevados de nitrogênio, a escaaldadura pode causar sérios danos a cultura do arroz, reduzindo a área foliar. Essa enfermidade ataca principalmente a cultura após a emissão das panículas. Os sintomas típicos da doença iniciam-se pela extremidade apical da folha ou pelos bordos da lâmina foliar. As lesões não apresentam margens bem definidas e são inicialmente de coloração verde-oliva. A medida que a doença progride as áreas afetadas apresentam sucessões de faixas concêntricas, as lesões coalescem, causando secamento das pontas ou morte da folha afetada.

MANCHA DA BAINHA

A mancha-da-bainha também conhecida como queima-da-bainha tem como agente causal o fungo *Rhizoctonia oryzae* (teleomorfo: *Waitea circinata*). A doença é considerada uma das mais importantes mundialmente. No Brasil sua importância é relativa, porém vem aumentando em função de variedades altamente produtivas, o que implica em um maior uso de fertilizantes, maior perfilhamento da planta e consequente aumento de umidade na cultura, criando assim condições favoráveis ao desenvolvimento do patógeno.

Geralmente os sintomas são visíveis na planta na fase final de perfilhamento, avançando de forma vertical (ascendendo sobre o perfilho) e horizontal (entre os perfilhos). Os sintomas, em colmos e folhas, são caracterizados por manchas de forma elíptica de coloração verde-claro, com bordos de coloração marrom, bem definidos. Ataques severos podem causar seca parcial ou total das folhas, além de provocar acamamento das plantas.

O fungo *R. oryzae* afeta várias outras gramíneas e leguminosas, principalmente a soja. O fungo pode sobreviver no solo durante muito tempo permanecendo viável e com capacidade infecciosa. Como é um saprófita facultativo, o fungo pode sobreviver tanto em matéria em decomposição como em plantas vivas.

MANCHA CIRCULAR

A mancha circular também conhecida como mancha de alternária tem como agente causal o fungo *Alternaria padwickii* (teleomorfo: *Sphaerulina oryzina*). Os danos relacionados

a esta doença são reduzidos, porém sob condições favoráveis, ela pode causar níveis elevados de grãos descoloridos ou gessados, reduzindo a qualidade e rendimento no beneficiamento.

As lesões em folhas e grãos apresentam-se como manchas ovaladas, bordos marrom-escuro definidos e centro marrom claro com pontos escuros. O uso de sementes contaminadas pode determinar a infecção de plântulas, ocasionando a morte prematura das mesmas. A doença desenvolve-se em temperatura entre 26°C e 28°C e dissemina-se via sementes ou restos de culturais infectados.

MANCHAS DE GRÃOS

As manchas de grãos estão associadas a um complexo de fungos (*Curvularia lunata*, *Drechslera oryzae*, *Phoma* sp., *Pyricularia oryzae*, *Nigrospora oryzae*, *Alternaria* sp., *Microdochium oryzae*, *Sarocladium oryzae*) e bactérias (*Pseudomonas fuscovagina* e *Erwinia* spp.). No campo as manchas nos grãos são bastante comuns. As manchas aparecem desde o início da emissão das panículas até os estádios finais de amadurecimento, com grandes prejuízos na qualidade de grãos e sementes, depreciando a aparência e causando quebra durante o beneficiamento.

Na região Sul o problema de manchas de grãos se intensifica quando ocorrem temperaturas abaixo de 15°C, após o período de emissão das panículas. Os sintomas são variáveis, dependendo do patógeno associado, do estágio de infecção e das condições climáticas. As lesões apresentam-se de forma irregular e coloração marrom ou negra que cobrem parcial ou totalmente a superfície do grão. Em arroz irrigado a identificação dos patógenos envolvidos com as manchas de grãos, apenas pelos sintomas, é extremamente difícil.

CÁRIE

A cárie é causada pelo fungo *Tilletia barclayana*. Os sintomas podem ser visualizados a partir da fase de maturação do grão de arroz. A doença manifesta-se apenas em alguns grãos e, frequentemente, somente em partes dos mesmos. Os sintomas tornam-se mais visíveis quando a massa de esporos absorve água, aumenta de tamanho e cobre outras partes da planta com líquido preto. A massa de esporos geralmente permanece seca durante o dia, apresentando-se como um pó negro.

O período de infecção é limitado ao período de antese, alguns dias após a emissão da panícula, durante a abertura da pálea e da lema. As condições predisponentes à infecção incluem cultivar suscetível, condições ambientais favoráveis e presença de teliosporos e basidiósporos. A incidência de *Tilletia barclayana* é favorecida pelo cultivo de arroz em solos arenosos, uso de sementes contaminadas, semeaduras tardias, doses excessivas de Nitrogênio, ocorrência de chuvas frequentes e alta luminosidade.

As condições ambientais favoráveis à ocorrência da cárie são elevada umidade relativa do ar (>85%) e temperatura entre 24 a 30° C no período de antese. Os teliosporos são as estruturas de disseminação do patógeno, sobrevivem entre os cultivos do arroz irrigado no solo, na palha ou na água, e sua disseminação ocorre preferencialmente pelo vento, infectando as panículas no ano seguinte. (Fonte: aplicativo Diagnoses Arroz – Instituto Phytus)

FALSO CARVÃO

O falso carvão é causado pelo fungo *Ustilaginoidea virens* e tem sido relatado em praticamente todas as regiões produtoras de arroz no mundo, causando danos que geralmente são insignificantes, mas que em algumas situações podem reduzir de forma significativa a produtividade.

O fungo infecta as plantas de arroz durante o estágio de florescimento, inibindo a fertilidade foliar e desenvolvimento das espiguetas adjacentes, com efeito direto sobre o

peso de mil grãos e, consequentemente, sobre a produtividade da cultura.

Os sintomas são visualizados nos grãos, que ficam recobertos por uma massa arredondada de esporos de cor amarela quando imaturos e verde-oliva quando atingem a maturidade. De forma geral, o fungo infecta apenas alguns grãos da panícula, que se tornam estéreis.

As condições ambientais como alta precipitação pluviométrica, alta umidade relativa alta do ar (>90%), nebulosidade e temperatura média diária do ar em torno de 25°C durante os estádios de desenvolvimento de emissão de panícula e floração favorecem a ocorrência da doença.

O inóculo de *Ustilaginoides virens* sobrevive nos restos culturais, podendo ser disseminado através do vento e também pela água. Sementes podem servir como veículo para algumas estruturas do fungo, constituindo-se em importante forma de dispersão. Áreas com alta fertilidade do solo, adubação excessiva de nitrogênio e semeaduras tardias estão sujeitas a maior ataque da doença. (Fonte: aplicativo Diagnoses Arroz – Instituto Phytus)

PODRIDÃO DA BAINHA (SAROCLADIUM)

A podridão da bainha é causada pelo fungo *Sarocladium oryzae* e tem se tornado importante doença em muitos países produtores. Os danos podem variar de 20 a 85%, dependendo da severidade do ataque, e sob condições altamente favoráveis ao desenvolvimento do patógeno.

Os sintomas típicos da doença ocorrem na bainha, abaixo da folha bandeira, podendo atingir panículas jovens. As lesões começam como manchas oblongas ou irregulares de coloração castanho-escuro, evoluindo para grande parte da extensão do colmo. Também ocorre a descoloração da bainha.

Em severidade elevada, as lesões de coloração acinzentada ou marrom-clara ao centro aumentam e podem coalescer, cobrindo maior parte da bainha da folha, dificultando a emissão da panícula e levando ao apodrecimento das espiguetas dentro da bainha. Nesse caso, a maioria dos grãos são estéreis, chochos e descoloridos. As espiguetas infectadas apresentam coloração marrom-avermelhada e podem apresentar esterilidade.

O patógeno sobrevive na forma de micélio nos restos culturais e nas sementes. Quantidade elevada de Nitrogênio, alta umidade relativa e adensamento da cultura associadas à lesão de insetos favorecem a ocorrência da doença. O fungo desenvolve-se melhor em temperaturas entre 20 a 28°C, nos estágios próximos à maturidade da cultura do arroz. (Fonte: aplicativo Diagnoses Arroz – Instituto Phytus)

Manejo Integrado de Doenças Secundárias (Manchas)

O manejo integrado de doenças na cultura do arroz irrigado deve ser adotado com o intuito de diminuir a fonte de inóculo primário e a sobrevivência dos patógenos, dificultando seu aparecimento de forma epidêmica. Práticas culturais adequadas, cultivares resistentes ou moderadamente resistentes e o uso racional de fungicidas são a base para este manejo integrado. Através deste, os danos causados pelas doenças “secundárias”, que determinam manchas em folhas e grãos, podem ser reduzidos significativamente, resultando em maior eficiência e economia de recursos.

Medidas de manejo recomendadas em arroz irrigado: Bom preparo do solo; Sistematização ou aplainamento do solo; Uniformidade de semeadura; Uso de variedades resistentes ou moderadamente resistentes; Adubação equilibrada; Uso de sementes de boa qualidade fisiológica e fitossanitária; Semeadura dentro do período recomendado, evitando semeaduras tardias; Densidade de semeadura entre 80 e 120 kg ha⁻¹; Controle das plantas daninhas; Destruição de plantas voluntárias e doentes; Troca de cultivares semeadas a cada 2 ou 3 anos; Escalonamento da épocas de semeadura; Irrigação contínua e uniforme; Eliminação de hospedeiros intermediários, em áreas adjacentes; Tratamento de sementes com fungicida; Monitoramento e identificação das doenças; Tratamento, com fungicidas, da parte aérea das plantas.

POSICIONAMENTO DA DOW AGROSCIENCES PARA USO DE FUNGICIDAS EM ARROZ IRRIGADO NO SUL DO BRASIL

Para um controle químico satisfatório das principais doenças da cultura do arroz irrigado no Sul do Brasil, a Dow AgroSciences recomenda que a aplicação seja sempre realizada de forma preventiva, ou seja, antes da entrada do patógeno na lavoura. Esta medida constitui-se na mais adequada estratégia de controle de doenças, principalmente a brusone, proporcionando os melhores resultados de custo-benefício para o produtor. Dentro do conceito de prevenção, torna-se essencial a aplicação dos fungicidas no momento correto (timing) que quando aliado ao manejo cultural da lavoura, o qual inclui entre outros fatores a época de semeadura adequada, uma adubação equilibrada e irrigação bem manejada, poderá proporcionar um controle satisfatório das principais doenças.

Normalmente, para as condições da lavoura de arroz irrigado do Sul do Brasil, são recomendadas duas aplicações, na fase reprodutiva da cultura, fase extremamente crítica com reflexos diretos na produtividade. Precisamente, o manejo com fungicidas deve obedecer a dois momentos principais de aplicação: final do emborrachamento (R2) e floração/início do enchimento de grãos (R4-R5). O final do emborrachamento é o principal momento de aplicação de fungicidas na cultura do arroz dentro do estágio de crescimento R2, antes da emissão das panículas. Este momento do ciclo da cultura é crítico para a ocorrência de doenças, principalmente a brusone do pescoço, pois uma vez que a planta estiver desprotegida e houver condições favoráveis para o seu desenvolvimento, poderá acarretar a morte da panícula antes da fertilização das flores e consequentemente levar a um maior impacto negativo na produtividade. Em estádios tardios, a infecção no pescoço da panícula durante o enchimento de grãos, além de reduzir a produtividade, também afeta a qualidade de grãos. A segunda aplicação deve ser realizada cerca de duas semanas após a primeira, já com as plantas de arroz na sua maior parte em floração e início do enchimento de grãos, correspondendo aos estádios de crescimento R4 e R5. É importante ressaltar que, na fase vegetativa da cultura, mesmo que sintomas visíveis de doença não sejam observados, esta recomendação deve ser seguida.

Para o controle químico, a Dow AgroSciences recomenda o uso dos kits “**Duo Dinâmico**” e “**Trio Dinâmico**”. Quando há ocorrência de doenças tanto na fase vegetativa até início da fase reprodutiva quanto no final do emborrachamento com 0% de emissão de panículas, principal momento de aplicação, recomenda-se a aplicação de Duo Dinâmico. Uma segunda aplicação deverá ser realizada cerca de duas semanas após, com o arroz já em floração e iniciando enchimento de grãos, com o kit Trio Dinâmico. Quando necessário mais de uma aplicação, em condições de maior pressão de brusone e com as panículas emitidas, é recomendável seguir o tratamento completo com Trio Dinâmico e reduzir o intervalo entre aplicações.

O kit Duo Dinâmico é composto dos fungicidas Triciclazol (Bim® 750 BR) e Tebuconazole (Alterne®) e o Trio Dinâmico, além destes, contém o fungicida Azoxistrobina (Priori®). As características destes produtos estão descritas à seguir:

Bim® 750 BR

✓ **Conceito:** Bim® 750 BR, marca comercial registrada da Dow AgroSciences, é um fungicida sistêmico para o controle preventivo da brusone do arroz, causada pelo fungo *Pyricularia oryzae*, tanto nas folhas como no pescoço, nó e panícula, podendo ser aplicado via tratamento de sementes e/ou pulverizações na parte aérea da planta.

✓ **Formulação, concentração e ingrediente ativo:** Bim® é formulado em pó molhável (WP), contendo 750 gramas do ingrediente ativo Triciclazol por kilo de produto comercial.

✓ **Mecanismo de ação e grupo químico:** O Bim® age diretamente na biossíntese da melanina, impedindo assim a formação do apressório. Devido a este mecanismo de ação exclusivo do Bim® não foi registrada nenhuma resistência deste fungo em 25 anos de uso do produto. Bim® pertence ao grupo químico Benzotiazol.

Alterne® (marca comercial registrada da empresa Adama)

✓ **Conceito:** Alterne® é um fungicida sistêmico para o controle da brusone, manchas foliares e cárie na cultura do arroz. Podendo ser pulverizado na parte aérea da planta.

✓ **Formulação, concentração, ingrediente ativo e grupo químico:** Alterne® é formulado em emulsão concentrada (CE), contendo 200 gramas do ingrediente ativo Tebuconazole por kilo de produto comercial, pertencente ao grupo químico dos Triazóis.

Priori® (marca comercial registrada da empresa Syngenta)

✓ **Conceito:** Piori® é um fungicida sistêmico para o controle preventivo da brusone e manchas foliares na cultura do arroz. Podendo ser pulverizado na parte aérea da planta.

✓ **Formulação, concentração, ingrediente ativo e grupo químico:** Piori® é formulado em suspensão concentrada (SC), contendo 250 gramas do ingrediente ativo Azoxistrobina por kilo de produto comercial, pertencente ao grupo químico das Estrobilurinas.

As áreas correspondentes de aplicação por kit de acordo com as cultivares para o Rio Grande do Sul e Santa Catarina, e as respectivas doses relacionadas dos fungicidas estão descritas nas tabelas à seguir:

Tabela 1. Recomendação por cultivares, de acordo com suscetibilidade a brusone, para o estado do Rio Grande do Sul a partir do final do emborrachamento

CULTIVAR	Aplicação no final do emborrachamento – R2 – Duo Dinâmico –	Aplicação na floração até início do enchimento de grãos – R4-R5 – Trio Dinâmico –
Guri INTA CL BR-IRGA 409 INIA Olimar Inov CL Puitá INTA CL IRGA 417	13,3 ha	13,3 ha
IRGA 424 IRGA 424 RI IRGA 426	16 ha	16 ha
Cultivares EPAGRI	15 ha	15 ha

Tabela 2. Recomendação por cultivares, de acordo com suscetibilidade a brusone, para o estado de Santa Catarina a partir do final do emborrachamento

CULTIVAR	Aplicação no final do emborrachamento – R2 – Duo Dinâmico –	Aplicação na floração até início do enchimento de grãos – R4-R5 – Trio Dinâmico –
Epagri 108 Epagri 109 SCS 114 Andosan SCS 116 Satoru SCS 118 Marques	13,3 ha	13,3 ha
SCS 112 SCSBRS 113 Tio Taka SCS 115 CL SCS 117 CL SCS 121 CL	15 ha	15 ha

Tabela 3. Doses dos fungicidas correspondentes por área aplicada

Produto	Duo Dinâmico (g ou mL ha ⁻¹)			Trio Dinâmico (g ou mL ha ⁻¹)		
	13,3 ha	15 ha	16 ha	13,3 ha	15 ha	16 ha
Bim	300	267	250	300	267	250
Alterne	750	667	625	750	667	625
Priori	---	---	---	300	267	250

RESULTADOS DE CAMPO

Importância do momento correto de aplicação no final do emborrachamento

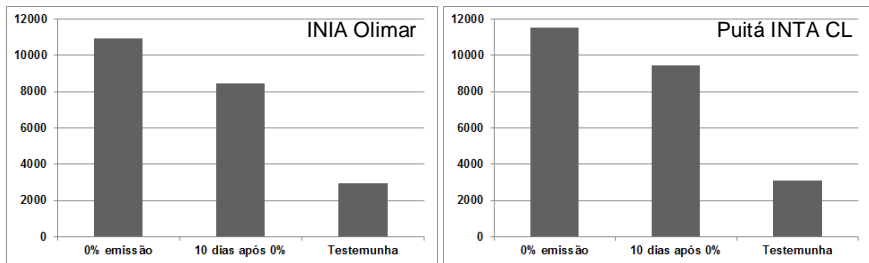


Figura 1. Rendimento de grãos (kg ha⁻¹), cultivares INIA Olimar e Puitá INTA CL, em função do momento de aplicação. Duo Dinâmico 13,3 ha (1ª aplicação) – final do emborrachamento com 0% de emissão das panículas e com atraso de 10 dias; Trio Dinâmico 13,3 ha (2ª Aplicação) – 14 dias após 1ª aplicação. Arroio Grande-RS – safra 2012/13.

Comparativo de tratamentos fungicidas

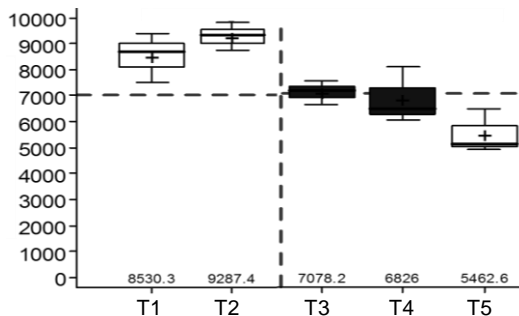


Figura 2. Rendimento de grãos (kg ha⁻¹), cultivar Puitá INTA CL, em função de tratamentos fungicidas¹, Lagoa da Confusão-TO – safra 2010/11.

Épocas de aplicação / Tratamentos	T1	T2	T3	T4	T5
Aplicação 1: Final do emborrachamento (0% emissão de panículas)	Duo Dinâmico 13,3 ha	Duo Dinâmico 13,3 ha	Nativo 0,75 L/ha	Brio 0,75 L/ha	Testemunha
Aplicação 2: 8-10 dias após aplic. 1	Duo Dinâmico 13,3 ha	Trio Dinâmico 13,3 ha	Nativo 0,75 L/ha	Brio 0,75 L/ha	
Aplicação 3: 8-10 dias após aplic. 2	Duo Dinâmico 13,3 ha	Trio Dinâmico 13,3 ha	Nativo 0,75 L/ha	Brio 0,75 L/ha	

Obs: Aplicações na fase vegetativa realizadas pelo produtor (tratamentos desconhecidos).

INCIDÊNCIA DE BRUSONE (*Magnaportheoryzae*) NA CULTURA DO ARROZ

Marta Cristina Corsi de Filippi¹; Leilane Silveira D'Ávila²; Fábio José Gonçalves³;
Emerson Del Ponte⁴; Leila Garcês Araújo⁵; Gisele Barata da Silva⁶;
Edemilson Cardoso⁵; Valácia Lemes Silva-Lobo¹

1.Introdução

A brusone (*Magnaportheoryzae*) afeta a planta de arroz desde o estágio de plântula até a maturação de grãos, e ocorre em todos os estados do Brasil aonde o cereal é plantado, do Norte, sob condições tropicais e alta pressão da doença, ao Sul, sob condições subtropicais e pouca pressão de doença. Entretanto, a incidência, isto é, o número de plantas com sintomas típicos em uma população é variável, dependendo do sistema de cultivo, das práticas agrônômicas e das condições climáticas.

A temperatura ideal para o rápido desenvolvimento da brusone varia entre 20°C a 25°C, e o período mínimo de duração do orvalho (molhamento foliar) de seis a oito horas. A temperatura da superfície do globo aumentou em 0,5° C no século XX e, de acordo com as estimativas, projeta-se um aumento de 1,5°C a 4,5°C para este século. No século passado, as temperaturas médias noturnas elevaram-se mais que as temperaturas máximas diárias e, no Rio Grande do Sul, estado que detém a maior área plantada com arroz irrigado, o aumento de temperaturas máximas e mínimas proporcionará as condições climáticas necessárias para que a brusone torne-se mais destrutiva, elegendo-se como o principal fator limitante de produção (PRABHU et al.,2008).

O uso de fungicidas tem ocupado um lugar importante para controle de doenças, porém, seu uso contínuo e indiscriminado geram vários inconvenientes, tais como: aumento do custo de produção, o desenvolvimento de resistência por certos microorganismos, a presença de resíduos em alimentos e, conseqüentemente, os riscos que trazem para a saúde humana e para o ambiente. O mercado de fungicidas mundial saltou de 6 bilhões, em 2000, para 12 bilhões de dólares americanos, em 2012, sendo que 8,4% foram aplicados em lavouras de arroz e 10 % na soja (MCDOUGALL, 2013). Em estudos desenvolvidos pela Embrapa Arroz e Feijão como colaboração do laboratório do MAPA/LANAGRO/GO, identificou-se que de 56 amostras de grãos de arroz coletadas, durante a safra de 2008/09 em lavouras comerciais, 64% apresentaram resíduos de fungicidas, entre eles o mais frequente foi tricliclazole, o princípio ativo mais utilizado para o controle da brusone (Relatório enviado ao CNPq, edital 64). Estima-se que fungicidas e inseticidas sejam aplicados em mais de 65% e 75%, respectivamente, da área de arroz do Rio Grande do Sul, enquanto herbicidas são usados em mais de 95% da área.

Para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis para o controle da brusone, compreender o nível de variabilidade e a estrutura da população de *M. oryzae* é fundamental, como também identificar as medidas que regulam a população do patógeno aos níveis toleráveis, visando aumentar a durabilidade da resistência das cultivares comerciais sem causar danos econômicos.

No presente trabalho será demonstrada a variabilidade das populações de *Magnaportheoryzae* (= *Pyriculariaoryzae*), presentes em arroz, no Brasil e especificamente

¹Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO, fax: (0xx62) 533-2100, e-mail: crisrina.filippi@embrapa.br.

² Mestranda, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), CEP

³ Pós-doutorado, Embrapa Arroz e Feijão CEP 75375-000

⁴ Universidade Federal de Viçosa (UFV), CEP 36571-000,

⁵ Universidade Federal de Goiás

⁶ Universidade Federal Rural da Amazônia

no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, e suas implicações na adoção de estratégias para melhoramento visando resistência para o manejo integrado, e métodos alternativos de controle da brusone.

2. Variabilidade de fungos patogênicos

Os fungos, inclusive o organismo causador da brusone do arroz, *M. oryzae*, organizam-se na natureza em populações, as quais são compostas por indivíduos que podem ser classificados ou categorizados em patótipos, ou raças. Os parâmetros básicos, em relação à população do patógeno, consistem na frequência de virulência, na associação de virulência com os genes de resistência e na distribuição dos genes de virulência. O grau de precisão na descrição do potencial patogênico da população do patógeno depende da amostragem, do método e dos genótipos utilizados no teste.

Os conhecimentos quanto à estrutura da população dos patógenos de parte aérea, disseminados pelo vento, fornecem subsídios para desenvolver estratégias adequadas de controle genético (MCDONALD, 1997).

2.1. Diversidade fenotípica de populações de *M. oryzae*

A variabilidade do patógeno é um assunto de muita controvérsia, sendo relatado o aparecimento de novas raças, provenientes de isolados monospóricos estabelecidos de uma lesão foliar (OU, 1985; VALENT; CHUMLEY, 1991). Atkins et al. (1967) selecionaram oito cultivares diferenciadoras internacionais e Ling & Ou (1969) propuseram uma chave de classificação dos patótipos de *M. oryzae*, de acordo com as reações dessas cultivares aos isolados monospóricos estudados. Essa chave é composta de 256 patótipos de *M. oryzae* distribuídos em nove grupos distintos: IA, IB, IC, ID, IE, IF, IG, IH, II.

Assim, a ocorrência de um grande número de raças de *M. oryzae* foram registradas em vários países produtores de arroz, como na Colômbia, em que, em uma coleção de 151 isolados provenientes de 15 cultivares de arroz, foram identificadas 39 raças e, em nove municípios do estado de Arkansas nos EUA, uma análise de 470 isolados coletados de oito cultivares, provenientes de 18 lavouras, mostrou a predominância das raças IB-49 e IC-17 (OU, 1985; LEVY et al. 1993; XIA et al., 2000).

Raças que representam todos os grupos, de IA até II foram registradas, em diferentes estados brasileiros, tanto de cultivares de terras altas como de irrigado (AMARAL et al., 1979; RIBEIRO; TERRES, 1987; URASHIMA; ISOGAWA, 1990; MALAVOLTA, 1992; FILIPPI; PRABHU, 2001; PRABHU; FILIPPI, 2001; PRABHU et al., 2002a).

A diversidade fenotípica, em populações de *M. oryzae*, de amostras coletadas em quatro lavouras da cultivar Metica-1, mostraram que 80% dos isolados pertenciam ao patótipo ID-14, indicando alta especificidade entre patótipo e cultivar de origem. A mesma especificidade foi observada quando detectou-se a predominância (47 isolados) do patótipo IB-45 entre 53 isolados coletados nas cultivares Epagri 108 e Epagri 109, em nove diferentes lavouras, no estado do Tocantins. A epidemia da brusone nessas duas cultivares, um ano após o lançamento, pode ser atribuída ao surgimento do novo patótipo IB-45, ou à sua preexistência em baixa frequência e rápido aumento no campo, devido à elevada pressão de seleção direcional (FILIPPI et al., 2002; PRABHU et al., 2002b).

Gonçalves (2013) determinou as frequências de patótipos entre os 523 isolados, coletados em regiões produtoras de arroz no Brasil. Os patótipos mais frequentes foram, para os Estado de Goiás, IF 1 (18%); Mato Grosso do Sul, IA 45 (32%); Mato Grosso IF 1 (33%); Santa Catarina, IA 45 (20%); Rio Grande do Sul, IA 1 (33%); Tocantins, IA 1 (14%); Pará, IE 1 (45%); Rondônia, IF 1 (52%); Minas Gerais, IC 1 e IG 1 (18%). Ainda concluiu que o patótipo mais frequente no Brasil foi o IA 45 (Tabela 1e 2).

D'Ávila (2014) caracterizou a diversidade patogênica de 224 isolados, obtidos de folhas e panículas sintomáticas, coletadas em 17 municípios dos Estados do Rio Grande do Sul (147 isolados) e de Santa Catarina (77 isolados) na safra 2012/13, ano em que observou-se epidemias generalizadas evidenciando o aumento da incidência da brusone no Sul do Brasil, especialmente no RS. No total, foram identificados 75 patótipos pela série internacional. Os patótipos mais prevalentes foram IH-1 (23 isolados) e IB-46 (21 isolados) no

RS e SC, respectivamente. As informações geradas podem ser úteis para os programas de melhoramento na busca de fontes de resistência considerando as populações distintas nas regiões produtoras do sul do Brasil (Tabela 3 e 4).

Tabela 1. Frequência de grupos de patótipos no Brasil.

Estado	Patótipos Internacionais	Estado	Patótipos Internacionais
MS (IR)	IA (IA 45)	RO (TA)	IF 1
GO (TA)	IA (IA 1)	RO (TA)	IF 1
MT (TA)	IA	MG (TA)	IB (IB 1)
TO (IR)	IA (IA 1)	SC (IR)	IA (IA 45)/IB (IB 46)
PA (TA)	IB (IB 61)	RS (IR)	IA (IA 1)
Total: 542 isolados inoculados			

Fonte: GONÇALVES, 2013

Tabela 2. Frequência de grupos de patótipos, por cultivar de origem, nos estados do RS e SC.

Cultivar	N.Isol	Pat. Int (%)	Cultivar	N.Isol	Pat. Int (%)
BRS Sertaneja	56	IF-1 (51)	BRSMGCaravera	18	IB-61 (72)
BRS Primavera	89	IF-1 (28)	BRSMGRelâmpago	11	IB-45 (100)
BRS Monarca	9	IF-1 (100)	SCS 112	15	IB-45(26)
Maravilha	11	IA-1(18)	SCS 109 (SC 141)	31	IB-41(51)
SCSBRSPiracema	19	IA-13 (21)	SCS108(SC-140)	11	IB-45(27)
SCS BRS 114 TIO TAKA	42	IB-45 (38)	QUALIMAX 13	23	IF-1(48)
SCS 115	19	IB-47 (16)	Irga 417	75	IA-1(23)
SCS 116	29	IB-45 (34)	BRSQuerência	21	IA-45(33)
SCS 113	13	IA-45 (26)			

Fonte: GONÇALVES, 2013

Tabela 3. Frequência de grupos de patótipos nos estados do RS e SC (D'Ávila, 2014)

Estado	Grupo de Patótipos	Patótipo internacional
RS	IH (15,64%)	IH-1
SC	IB (48,05%)	IB-46

Fonte:D'ÁVILA, 2014

Tabela 4: Número de isolados e frequência de patótipos determinados pela série diferenciadora brasileira identificados nas 14 cultivares de origem amostradas, nos estados do RS e SC para uma coleção de 224 isolados.

Cv ¹ . de origem	Estado	N ²	NI ³	Grupo (patótipo)
Guri Inta CL	RS	59	37	A (1,5,7,23,31,15,17,21,27,29,31,69,71, 95,97,119,127); B (23,31,33,17,29,1, 21, 57,63); C(5,7,32); D(7,15); E(1,3,5,7); G(1); H(1)
PuitaInta CL	RS	61	31	A(1,5,7,17,21,43,81,83,85,87,93,94,95,12 7); B(1,5,45,63); C(13,15,21,23,27, 29,30,31); E(1,7,8); H(1,31)
BRSQuerência	RS	23	14	A(47,95,69,127,71); B(17,23,62,63); C(31,32); D(11,); E(7)H(1)
SCS 117 CL	SC	12	8	A(54);B(46,48);D(9,13,14,15); G(1)
SCS 109	SC	17	7	B(45,46);C(32); D(13,14,16); E(4).
SCS 106	SC	6	6	A(19,21,127);B(17);C(32); H(1)
SCS BRS 114	SC	9	6	B(13,45,46,48) D(14,16)
SCS 115 CL	SC	7	6	B(45,46,57);C(6); D(6,16)
SCS 116	SC	12	5	B(45,46); D(13,16); G(1)
SCS 113	SC	7	5	B(42,46,48; D(14); I(1)
SCS 118	SC	4	4	A(13); D(13,16); E(5)
Olimar	RS	4	3	B(17); C(1,9)
SCS 108	SC	2	2	B(45,46)
SCS 112	SC	1	1	B(46)

¹Cv: cultivar; ²N: Número de isolados; ³NPI: Número de patótipos internacionais. Fonte: D'ÁVILA, 2014

2.2. Diversidade genética de populações de *M. oryzae*

A estrutura da população do patógeno refere-se à quantidade de variação genética e fenotípica entre e dentro de populações, e é dividida no tempo e no espaço, podendo ser influenciada pela cultivar de origem, pelo local, tamanho da área plantada e isolamento de campo por cultivar (SILVA et al, 2007; MCDONALD, 1997).

A estrutura e diversidade das populações de *M. oryzae* em arroz foram descritas em diversos países durante os últimos 20 anos, utilizando marcadores RFLP (ROUMEN et al., 1997), rep-PCR (GEORGE et al., 1998), RAPD (ROSS et al., 1995) ou AFLP. A maioria dos estudos de populações utilizaram marcadores RFLP gerados por MGR586, uma sequência dispersa e repetitiva relacionada a elementos transponíveis do DNA (ROUMEN et al., 1997). Os marcadores de DNA permitem avaliação da diversidade genética, dentro da região geográfica dentro e entre fazendas, de uma determinada raça. Marcadores RFLP e sequências repetitivas *Pot2* (SR-*Pot2*) foram utilizados para caracterizar a população de *M. oryzae* na Colômbia, nos Estados Unidos e nas Filipinas (LEVY et al., 1991; CORREA-VICTORIA; ZEIGLER, 1993; CHEN et al., 1995; ZEIGLER et al., 1995). De acordo com Levy et al. (1993), a análise do DNA de mais de 100 isolados (coletados em Santa Rosa, Colômbia), agrupou-os em seis linhagens distintas. A estreita relação estabelecida entre linhagem e virulência, nas populações do patógeno nos Estados Unidos (LEVY et al., 1991), não foi comprovada em estudos mais recentes, utilizando-se 243 isolados, coletados em dois locais nas Filipinas e quatro no Brasil (ZEIGLER et al., 1995; FILIPPI et al., 2002). Entretanto, esse tipo de análise serve como ferramenta para diferenciar geneticamente isolados distintos, que apresentem reações fenotípicas ambíguas nas cultivares diferenciadoras. Também o uso combinado do agrupamento baseado na frequência de virulência ou raça junto com linhagens genéticas tem maior valor aplicado no melhoramento do que usados isoladamente.

Marcadores moleculares baseados na amplificação de regiões microssatélites apresentaram-se como uma alternativa bastante eficiente para caracterizar os variantes de *M. oryzae* (BRONDANI et al. 2000; GARRIDO, 2001; ADREIT et al., 2007). Gonçalves (2013)

determinou a variabilidade genética de 494 isolados, coletados em regiões produtoras de arroz no Brasil, utilizando 18 marcadores microssatélites. Os marcadores utilizados foram capazes de agrupar os isolados em 19 subpopulações. O autor detectou uma variabilidade de 62,87 % entre as subpopulações e 37,13% dentro das subpopulações, o valor de diferenciação genética das populações (FST) foi 0,62868 ($p < 0,001$) com probabilidades calculadas por 10.000 permutações ao acaso. Os marcadores SSR utilizados neste estudo indicaram uma tendência do agrupamento ter sido determinado por cultivar de origem do isolado, com destacada interação com o ambiente. D'Ávila (2014) caracterizou a estrutura populacional de uma população composta de 192 isolados coletados em 17 municípios dos Estados do Rio Grande do Sul - RS (147 isolados) e Santa Catarina - SC (77 isolados) na safra 2012/13. O agrupamento com base no perfil genético dos isolados, neste caso, indicou associação com a cultivar de origem e com a origem geográfica.

2.3. Causas da variabilidade na população de *M. oryzae*

Magnaportheoryzae possui um genoma constituído por 40 a 50 Megabases, distribuídos em sete cromossomos (COUCH; KOHN, 2002). A estrutura genética de uma população dentro de uma espécie é determinada pela história evolutiva desta população. Pool gênico é o conjunto de todos os genes de uma espécie ou uma população. As forças que promovem alterações no pool gênico e na estrutura genética da população são os mecanismos evolutivos de mutação, recombinação (sexual e parassexual), fluxo gênico, deriva genética e seleção. A mutação é qualquer mudança no material genético que seja herdável, causando mudanças diretas na sequência do DNA de um gene, criando novos alelos nas populações, aumentando assim a variabilidade genética. A mutação acompanhada de uma eficiente seleção direcional aumenta a frequência de mutantes virulentos, provocando a perda da efetividade do gene de resistência.

As causas da instabilidade genética em *M. oryzae* estão relacionadas com a localização do gene de avirulência no cromossomo e a ocorrência de elementos transponíveis ativos (VALENT ; CHUMLEY, 1994). Zeigler et al. (1997) observaram diversidade dentro de uma linhagem genética indicando alta taxa de mutação e recombinação parassexual do DNA.

3. Resistência genética à brusone

A resistência genética tem sido comprovadamente, o método mais econômico e efetivo no controle das principais doenças em arroz, no mundo. Porém, a complexa biologia do patógeno *Magnaportheoryzae* aliada a áreas extensas de plantio e condições climáticas tropicais tornam frágil e instável a resistência das cultivares geneticamente melhoradas. Este cenário cria um desafio para adoção de manejo das doenças que integra resistência genética, tratos culturais, controle químico e biológico.

3.1. Resistência específica

A resistência vertical, também conhecida por resistência específica, qualitativa, monogênica, completa, entre outros, caracteriza-se por apresentar efetividade contra algumas raças do patógeno, mas não contra outras. Seu efeito epidemiológico consiste no atraso do início da epidemia, devido à quantidade de inóculo inicial efetivo ter sido reduzido. Todavia, a taxa de infecção de plantas que apresentam essa resistência é rápida, logo após o início da doença. Se a população do patógeno não apresentar o gene de virulência necessário para infectar a população do hospedeiro, a pressão de seleção negativa atua contra os indivíduos não patogênicos da população (PRABHU; FILLIPI, 2006).

Os benefícios econômicos obtidos no controle da brusone, através do lançamento de cultivares com moderado ou alto grau de resistência, em condições de terras altas e irrigadas são evidentes, embora seja difícil quantificar os prejuízos na produtividade e na qualidade de grãos, à nível de lavoura. Porém, o lançamento sequencial de cultivares com genes maiores e diferentes de resistência à brusone, apesar de considerada a estratégia mais viável, não apresenta a durabilidade esperada. O comportamento das cultivares melhoradas para resistência, nos últimos 10 anos, realça a necessidade da adoção de

métodos de melhoramento que incorporem a diversificação de genes de resistência, no espaço e no tempo.

3.2. Linhas quase isogênicas

O desenvolvimento de linhas quase isogênicas de arroz, com genes de resistência diversificado, constitui-se em uma medida, a curto prazo, que permite a determinação do espectro de virulência da população do patógeno devido, principalmente, à presença de um único alelo de resistência conhecido em cada um desses genótipos (Inukai *et al.*, 1994). A reação de linhas isogênicas também tem tornado possível determinar quais são os alelos de resistência mais eficazes, de diferentes genes, para controlar a doença no local onde os isolados monospóricos do patógeno foram obtidos (CHEN *et al.*, 1995; FILIPPI ; PRABHU, 2001).

O desenvolvimento de linhas quase isogênicas das cultivares comerciais bem adaptadas, constitui-se em uma medida, a curto prazo, que permite o lançamento de cultivares com o mesmo potencial de produtividade e qualidade de grãos. Pode-se considerar que o sistema do manejo de genes maiores na fazenda é uma estratégia realística, efetivo contra um grande número de patótipos, permitindo reduzir o uso de fungicidas.

3.3. Multilinhas

Multilinhas são constituídas pela mistura de linhagens (ou linhas puras) isogênicas, isto é, que diferem entre si por possuírem diferentes genes de resistência vertical a um determinado patógeno. A introdução da heterogeneidade de genes de resistência, sem, contudo sacrificar a produtividade e a qualidade é benéfico (FREY *et al.*, 1977). Muitos investigadores, baseados em resultados obtidos com outros cereais como cevada, trigo e aveia, consideram o desenvolvimento de multilinhas como uma estratégia alternativa para resistência à brusone, uma vez que a uniformidade genética no hospedeiro é um fator importante nas epidemias de doenças. Porém, na prática, alguma variação em fenótipo além da resistência é quase que inevitável, fato importante a ser considerado, uma vez que a indústria do arroz e o mercado moderno exigem alta qualidade e, dificilmente, toleram qualquer variação inerente, presente em multilinha de arroz.

3.4. Resistência multigênica

Apesar da experiência com outros patossistemas, como a requeima da batata e a ferrugem do trigo não terem sido efetivas, uma vez que a maior parte da diversidade genética disponível está concentrada em poucos locos, certas combinações de genes em arroz tem sido úteis e viáveis. Um exemplo é a piramidação usando marcador molecular para aumentar a durabilidade da resistência. Hittalmani *et al.* (2000) incorporaram os três genes com efeitos maiores *Pi-1*, *Pi-2* e *Pi-4*, e a combinação entre eles, em uma população de arroz, composta pelas variedades IR36, IR50, IR64, IR72, utilizando marcadores RFLPs. Os estudos mostraram que as linhas desenvolvidas foram resistentes para cinco isolados testados. As mesmas linhas isogênicas e as linhas piramidadas também foram avaliadas no viveiro de brusone, nas Filipinas e na Índia. As linhas em que as combinações incluía o gene *Pi-2* apresentaram aumento na resistência e, as linhas piramidadas com os genes *Pi-1+Pi-2* foram resistentes. Tanto as linhas que apresentavam combinação entre *Pi-2+Pi-4* ou *Pi-1+Pi-4* foram moderadamente resistentes em um dos locais, enquanto as linhas com os três genes foram resistentes nos dois locais. Em estudos realizados na Embrapa Arroz e Feijão, Pinheiro *et al.* (2012) mostraram que o marcador microssatélite RM7102 encontra-se ligado ao alelo de resistência para patótipo IB-1, na cultivar Cica-8. Esta informação é útil para piramidação de genes de resistência maior, utilizando marcadores moleculares, em cultivares comerciais bem adaptadas.

3.5. Resistência poligênica

Resistência horizontal é efetiva contra todas as raças do patógeno. É herdada de forma quantitativa e controlada por vários genes, cada um com um efeito menor e, consequentemente, é chamada de poligênica, ou resistência de genes menores. O efeito epidemiológico dessa resistência é a redução no progresso da doença (PRABHU ; FILIPPI, 2006). A taxa aparente de infecção é o principal atributo da resistência horizontal (PLANK, 1963), de modo que diferentes cultivares apresentam diferentes taxas de aumento da

brusone (PRABHU ; BEDENDO, 1991). Entretanto, a taxa aparente de infecção varia não somente com a resistência horizontal, mas também com o estágio de desenvolvimento da cultivar e o local (PRABHU ; BEDENDO, 1991).

Resistência poligênica à brusone é considerada mais durável do que resistência monogênica controlada por genes maiores. A expressão da resistência parcial é também alterada por mudanças das condições ambientais e da pressão da população do patógeno. Todas as cultivares possuem certo grau de resistência parcial e a sua avaliação em condições de campo é dificultada pelos efeitos epistáticos dos genes maiores. A expressão destes genes pode ser quantificada ou medida em casa de vegetação utilizando as raças fisiológicas de *M. oryzae* virulentas que permitem eliminar o efeito dos genes maiores.

Embora certo grau de resistência parcial nas cultivares seja necessário para evitar o efeito vertifolia, esta resistência não constitui uma medida apropriada para contornar a alta variabilidade de *M. oryzae*. A seleção recorrente tem sido considerada um método eficiente de melhoramento visando a incorporação resistência poligênica às doenças (ROBINSON, 1976). Este método permite acumular genes menores que contribua com a expressão da resistência parcial, juntamente com outras características agrônomicas (PARLEVIET, 1977). Em um estudo realizado na Embrapa Arroz e Feijão, Tenório et al. (2015) validaram dois marcadores microsatélites (RM242 e RM3533) associados ao QTL q9G6, que confere resistência parcial a *M. oryzae*. A validação foi feita na população de seleção recorrente CNA6, na qual este QTL será introgridido por seleção assistida por marcadores moleculares (SAM), usando a cultivar OryzicaLlanos 5 como fonte de resistência. O uso de SAM no melhoramento permitirá acelerar a obtenção de linhagens de arroz com resistência durável a *M. oryzae*.

3.6. Mistura de cultivares

A heterogeneidade genética é considerada uma solução para a vulnerabilidade das monoculturas aos patógenos. Diversas formas de heterogeneidade controlada podem ser obtidas através de multilinhas ou mistura de cultivares. Em princípio, a cultura deve ser heterogênea para a característica de resistência, seja ela alcançada através de mistura de linhagens ou através de cultivares (WOLFE, 1985). Em estudos realizados no Brasil, mostrou que o potencial de mistura de variedades de cevada frente ao oídio, tanto para redução de doença, como para o aumento da produtividade foi alta (MARTINELLI, 1993). As misturas de sementes de arroz, em proporções iguais de cinco cultivares precoces e cinco de ciclo médio foram comparadas aos componentes individuais das misturas, em relação à severidade da brusone e a produção de grãos, com e sem controle químico. O controle da brusone nas panículas não foi significativo, devido ao grau de resistência inadequada dos componentes da mistura e ao movimento dos conídios entre as parcelas (PRABHU, 1990). Estudos recentes na China mostraram que as misturas das cultivares suscetíveis e resistentes aumentaram em 89% a produtividade e reduziram a brusone em até 94%, quando comparados aos plantios de monocultura (ZHU et al., 2000).

No Brasil, o uso de misturas de cultivares no sistema mecanizado e empresarial atualmente é inviável, devido à exigência de alta qualidade e uniformidade do produto. Entretanto, o uso de mistura das cultivares no sistema de subsistência e na agricultura orgânica é viável para o controle da brusone, porém necessita de mais estudos.

3.7. Métodos alternativos de indução de variabilidade genética

Uma das alternativas para indução de variabilidade genética nas cultivares bem adaptadas às condições brasileiras é a utilização de cultura de tecidos. Mutantes obtidos a partir de cultura de calos, derivados de panículas imaturas de cultivares suscetíveis, podem ser regenerados sem grandes alterações para as outras características agrônomicas. Em trabalhos realizados na Embrapa Arroz e Feijão, obteve-se resultados promissores quanto à resistência à brusone, a partir de calos derivados de panículas de cultivares suscetíveis de arroz de terras altas como Araguaia e IAC 47, e irrigado como Bluebelle, Basmati-370 e Metica-1, (ARAÚJO et al., 2000; 2001; ARAÚJO; PRABHU, 2001; ARAÚJO; PRABHU,

2002a, b). Estes soma clones podem ser ainda explorados para o estudo da variação genética de outras características agrônômicas, como a resistência a outras doenças e pragas.

4. Manejo da resistência genética à brusone

A intensificação de cultivo, altamente mecanizado em áreas extensas e contínuas, o uso intenso de fertilizantes, com foco na alta produtividade, proporcionam um rápido desenvolvimento das doenças, e levam os agricultores a adotarem um programa abusivo de aplicação de agrotóxicos, desafiando a adoção adequada do manejo.

A eficiência do controle químico deve ser preservada, evitando assim o excesso de número de aplicações ou superdosagem. Durante a safra de 2014/15, foram registrados casos de resistência à triciclazole e azoxtrobim (dados não publicados), em lavouras de arroz altamente tecnificadas. A inserção do controle biológico no manejo integrado possibilitará diminuir o número de aplicação de defensivos e melhorar a eficiência do mesmo.

A natureza da resistência genética deve ser conhecida para que medidas que visem sua durabilidade sejam sugeridas e implementadas no manejo integrado. Assim, todas as práticas que favoreçam a incidência de brusone devem ser conhecidas e evitadas, preservando o potencial produtivo das cultivares.

4.1. Diversificação entre diferentes regiões de cultivo

O controle da ferrugem da aveia (*Puccinia coronata*), desenvolvido nos EUA, é um exemplo clássico de diversificação de genes, entre diferentes regiões de cultivo. E as cultivares de aveia que possuem diferentes genes de resistência à ferrugem da aveia foram recomendados para em três regiões distintas: México, América Central e Canadá (FREY et al., 1977). Porém existem limitações de adaptação deste exemplo para outros patossistemas, como a brusone em arroz, que requer para seu sucesso a colaboração de produtores, evitando fluxo de cultivares entre regiões distintas, das organizações financiadoras, governamentais e comerciais, regulamentando, fiscalizando e distribuindo conforme recomendações técnicas.

4.2. Diversificação entre fazendas

Pode se considerar que o sistema do manejo de genes maiores contra um número maior de patótipos, tanto entre como na fazenda é uma estratégia realística e promissora, permitindo diminuir o impacto da população do patógeno além de reduzir o uso de fungicidas. Entretanto, na prática é difícil para os produtores desenvolverem seu próprio esquema. Os fitopatologistas devem desenvolver estes esquemas com antecedência utilizando as cultivares comerciais mais plantadas, em determinado tempo e local, monitorando os resultados das inoculações de patótipos prevalentes na região em cultivares comerciais. Entretanto, uma ou duas cultivares predominam, mesmo que sejam suscetíveis e, geralmente ocupam grande área plantada devido a outras características agrônômicas preferidas pelos produtores.

4.3. Diversificação das cultivares dentro da fazenda

Epidemias ocorrem em monocultura, isto é, com uma única cultivar plantada em larga escala e por muitos anos sucessivos. O inóculo gerado por uma cultivar com resistência específica é geralmente não virulento em outras cultivares que possuam resistência específica a outro patótipo. A disseminação do fungo é reduzida quando o campo é plantado com diferentes cultivares, com diferentes genes de resistência específica. Para explorar este efeito, os esquemas de diversificação podem ser desenvolvidos para orientar os produtores quanto à escolha de cultivares, visando minimizar o efeito de migração do patógeno e do risco da epidemia, em toda a área plantada. Uma proposta simplificada para a brusone foi desenvolvida com testes, na Embrapa Arroz e Feijão, realizados com 193 isolados de *M. oryzae*, coletadas nas cultivares de arroz irrigado no estado do Tocantins, ao longo dos anos. Detectou-se que as cultivares comerciais podem ser agrupadas com base nas reações fenotípicas. Os coeficientes de similaridades entre 16 cultivares, em relação a reação fenotípica variaram entre 0 a 0,9 (Tabela 5). Por exemplo, os coeficientes de similaridades entre as cultivares da região Sul, introduzidas no estado do Tocantins, como BR-IRGA 409, Chui, Supremo e Taim foram altas (0,89 a 0,90). A similaridade entre as cultivares Jaburu e Biguá e outras cultivares plantadas no estado foi baixa (0 a 0,1) e poderão ser utilizadas no

esquema de diversificação, dentro da mesma fazenda. Os produtores podem escolher aquelas cultivares indicadas nas colunas verticais (Tabela 6) para plantio, lado a lado, na mesma fazenda. Este quadro é válido enquanto a resistência no campo é efetiva, portanto os esquemas devem ser revisados a cada dois anos, com base na coleta e testes de isolados de *M. oryzae*, provenientes destas cultivares no campo. Atualmente, está sendo realizado o mesmo teste com isolados coletados tanto no Rio Grande do Sul quanto no Tocantins.

Tabela5. Coeficientes de similaridade de Jaccard entre 16 cultivares com reações compatíveis e não compatíveis, nas inoculações com 193 isolados.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1- BRS 6Chui	1															
2- QUALIMAX 1	0,89	1														
3- BRSTaim	0,23	0,21	1													
4- BRSAtalanta	0,85	0,85	0,02	1												
5- BRS Formoso	0,11	0,1	0,09	0,11	1											
6- Metica-1	0,3	0,27	0,2	0,27	0,35	1										
7- Javaé	0,01	0,01	0,07	0,01	0,02	0,09	1									
8- Epagri-108	0,16	0,15	0,1	0,16	0,65	0,37	0	1								
9- Epagri-109	0,12	0,11	0,09	0,12	0,74	0,36	0	0,72	1							
10- Cica-8	0,2	0,2	0,77	0,18	0,08	0,2	0,07	0,07	0,1	1						
11- BRSBiguá	0,03	0,02	0,14	0,1	0	0,03	0,27	0,02	0	0,09	1					
12- BRSJaburu	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0,1	0	0,02	0	0	0,11	1				
13- Marajó	0,23	0,22	0,71	0,2	0,08	0,22	0,07	0,06	0,09	0,84	0,1	0,01	1			
14- Jequitibá	0,01	0,12	0,05	0,01	0	0	0,11	0,02	0	0,01	0,33	0,2	0,01	1		
15- BR IRGA-409	0,9	0,89	0,19	0,87	0,1	0,27	0,01	0,15	0,11	0,2	0,2	0,01	0,22	0,1	1	
16-IRGA-417	0,73	0,71	0,15	0,75	0,11	0,25	0,01	0,18	0,13	0,15	0,02	0,01	0,19	0	0,79	1

Coeficiente de Jaccard foi calculado com a seguinte fórmula: $a/a+b+c$, onde a = isolados virulentos para duas cultivares, b e c = isolados virulentos para uma cultivar e avirulento para outra e vice-versa. Fonte: PRABHU;FILIPPI, 2006.

Tabela 6. Matriz para seleção de diferentes grupos de diversificação para plantio de cultivares de arroz irrigado na mesma fazenda, no Estado de Tocantins.

Grupos	A	B	C	D
A	Metica	Javaé	Chui	Epagri 109
B	Biguá	Jaburu	Epagri 108	Taim
C	Rio Formoso	Biguá	BR IRGA 409	Javaé
D	Supremo	BR IRGA 417	Jaburu	Supremo

Fonte: PRABHU;FILIPPI, 2006

5. Métodos alternativos de controle de doenças do arroz

A produção agrícola, dentro de um panorama da conservação ambiental e segurança alimentar tornou-se um grande desafio deste século. Nesse contexto, a biodiversidade microbiana que permite a seleção dos agentes biológicos, promotores do crescimento e da proteção das plantas de arroz, tem sido objeto de estudos exploratórios nas últimas duas décadas. Os agentes biológicos favoráveis, como fungos e bactérias são denominados bioestimulantes ou biofertilizantes (VESSEY, 2003), os quais são definidos como fertilizantes compostos de microrganismos vivos e, que quando aplicados nas sementes, ou na superfície das plantas ou no solo, colonizam a rizosfera, ou o interior das

plantas e promovem o crescimento vegetal, aumentando ou disponibilizando nutrientes primários ao metabolismo da planta hospedeira.

Controle biológico das doenças de plantas refere-se à utilização de um organismo introduzido ou habitante natural, antagonístico e/ou capaz de suprimir as atividades e a população de um fitopatógeno. Entre os mecanismos de controle biológico, destaca-se o antagonismo direto, indireto e uma miscelânea entre estes e outros tipos de antagonismo. Entre os mecanismos de antagonismo indireto, citamos a competição e a indução de resistência no hospedeiro. Como exemplo destes agentes biológicos podemos citar as rizobactérias promotoras de crescimento (PGPR) e os fungos de controle biológico (BCFs) como *Trichoderma asperellum*, *Epicoccum niger*, *Cladosporium cladosporioides*, *Sarocladium oryzae* e o extrato do fungo micorrízico, *Rhizoctonia* sp. Todos estes agentes podem mediar sinalizações químicas elicitando vias metabólicas da planta, que implicam no acúmulo de biomassa, na supressão de doenças e no aumento da produtividade no campo. *E. niger*, *C. cladosporioides*, *S. oryzae* e o extrato do fungo micorrízico, *Rhizoctonia* sp. suprimiram a brusone foliar em 97,56%, 75%, 84% e 25%, respectivamente (SENA et al., 2013; GUIMARÃES, 2014; CHAIBUB, 2014; CARVALHO et al., 2015).

Trichoderma sp. é um bioagente que age por diferentes mecanismos de ação, tais como antibiose, parasitismo e indução de resistência (SHORESH et al., 2005; VINALET et al., 2008). Em ensaios conduzidos em casa de vegetação, com plantas de arroz, detectou-se que os isolados de *T. asperellum* quando aplicados ao solo incrementou a massa seca, da parte aérea e radicular em 61,2% e 32,9%, respectivamente, além de suprimirem a severidade da queima da bainha em 45% (SILVA et al., 2012). Com o objetivo de desenvolver estratégias de uso do *T. asperellum* no controle da queima das bainhas (QB) do arroz cultivado em condições de várzea tropical, os mesmos quatro isolados de *T. asperellum*, de forma individual e em mistura, e um fungicida foram avaliados em condições de campo. Os isolados de *T. asperellum* reduziram a AACPD em relação ao controle em 33,7% e em 16,6% a taxa de progresso da doença, e não diferiram do tratamento com fungicida pencycuron (Figura 1). (FRANÇA et al., 2014).

Em ensaios conduzidos em casa de vegetação, isolados de *Pseudomonas fluorescens* e *Burkholderia pyrocinia*, promoveram até 65% no acúmulo de biomassa e 90% na redução da severidade da brusone nas folhas. A eficiência de cada um dos isolados foi dependente do modo de aplicação, e detectou-se o aumento da atividade enzimática de peroxidase, β , 1-3, glucanase e de quitinase (FILIPPI et al., 2011).

A adubação com silício (Si), o segundo elemento mais abundante na litosfera (27,7%) (FAUTEUX et al., 2005), tem demonstrado eficiência no controle ou redução da incidência de várias doenças em diversas culturas, como algodão (OLIVEIRA, 2010), café (PEREIRA et al., 2009), soja (CRUZ et al., 2013), e principalmente na cultura do arroz (DATNOFF et al. 2012; PRABHU et al. 2001; KORNDÖRFER et al., 1999; RODRIGUES et al., 2005). Estudo realizado em casa de vegetação mostrou que a interação sinérgica entre a adubação silicatada, em combinação com os biopromotores (*Burkholderia pyrocinia*; *Pseudomonas fluorescens*; *Trichoderma asperellum*; mistura dos três bioagentes) aumentou a biomassa de plantas de arroz em até 68% na parte aérea, 37,04% na parte radicular e 58,38% no total e suprimiu a brusone em 96% (SOUZA et al., 2015; SOUZA, 2014).

Uma outra alternativa de controle de patógenos é a utilização de extratos de espécies vegetais, o que deve-se principalmente aos seus metabólitos secundários, como exemplo podemos citar os extratos de *Rutagraveolens* e *Rosmarinus officinalis* que reduziram a severidade de brusone foliar em 80,84% e 90%, respectivamente (REIS, 2013; RODRÍGUEZ, 2015).

Tabela 6. Efeito dos bioagentes em combinação com a adubação silicatada na severidade da brusone foliar¹.

Bioagentes	Brusone foliar (%)		AACPD	
	0 ²	2	0	2
Control	14.24 b ³	11.92 b	38.98 b	33.80b
<i>T. asperellum</i>	7.71a	5.71 a	20.05 a	12.81a
Mixture	8.17a	3.96 a	17.33 a	13.18a

¹Os dados são de plantas inoculadas com o patógeno *M. oryzae*; ²adubação silicatada; 0 = controle; 2 = 2 ton SiCaMg.ha⁻¹; médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Duncan (P≤0.05).
Fonte: SOUZA ET AL., 2015

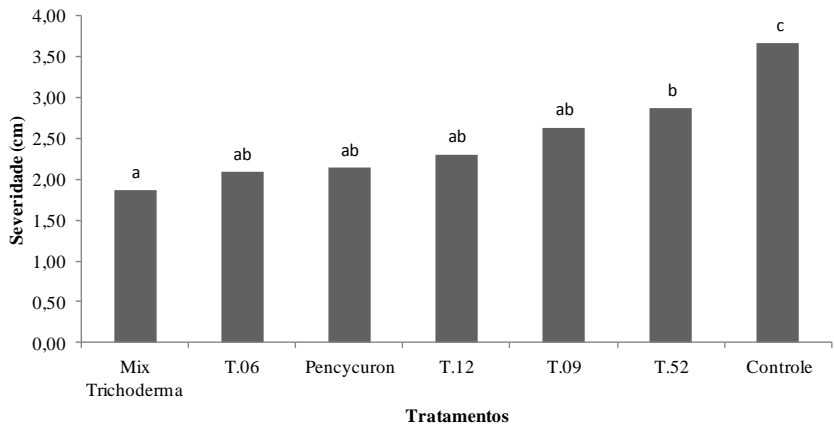


Figura 1: Severidade da queima das bainhas (*Rhizoctoniasolani*) em plantas de arroz (64 DAS) com uma pulverização (preventiva) de quatro isolados de *Trichodermaspp.* (T.06, T.09, T.12 e T.52) individual,mistura de isolados (Mix), Fungicida Pencycuron e Controle (água). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan (P < 0,05).
Fonte: FRANÇAet al.,2014.

4.Considerações finais

O conhecimento sobre a dinâmica da população do patógeno, no espaço e no tempo, e a interação com o hospedeiro são fundamentais para o melhoramento genético visando a durabilidade da resistência.O mecanismo de variabilidade do patógeno determina a capacidade de produzir novas raças e é diferente para cada patógeno. A resistência específica, controlada por genes maiores tem grande valor, dependendo das estratégias de manejo de genes adotadas. A diversificação e o manejo de genes maiores diminuirão os danos potenciais causados pela brusone, mesmo com alta variabilidade do patógeno. Para aumentar a durabilidade da resistência das cultivares,estratégias e métodos alternativos mais adequados devem ser adotadas para os diferentes patossistemas, levando em consideração as condições específicas de cada ecossistema. Nenhuma estratégia adotada isoladamente poderá ter sucesso, mas o método de controle genético, utilizando genes de resistência diversificados, provenientes de diferentes fontes sãoos passos mais seguros contra a

diversidade do patógeno. A combinação de resistência qualitativa e quantitativa atrasa e reduz a velocidade de coevolução do patógeno.

As investigações sobre controle alternativo de doenças de plantas são iminentes, considerando as demandas por tecnologias sustentáveis, como a redução de danos ambientais, como por exemplo, a qualidade da água, e produção de alimentos livre de resíduos químicos. Para um manejo de doenças bem sucedido é importante que seja inserida estratégias alternativas, como a bioestimulação ou insumos agrícolas (principalmente aos derivados do petróleo) de baixa toxicidade e de maior eficiência, efetiva e econômica para aceitação e adoção pelos agricultores. A inserção do controle biológico e do controle alternativo no manejo, juntamente com a resistência genética, os tratos culturais recomendados e o controle químico mostra-se promissor para a produção sustentável do arroz.

5. Referências Bibliográficas

- ADREIT, H. D. et al. Microsatellite markers for population studies of the rice blast fungus, *Magnaporthe grisea*. **Molecular Ecology Notes, Oxford**, v. 7, n. 4, p. 667-670, July 2007 .
- AMARAL, R. E. M. et al. Raças fisiológicas de *Piricularia oryzae* Cav. no Estado de São Paulo. **O Biológico**, São Paulo, v. 45, n. 11/12, p. 205-208, nov./dez. 1979.
- ARAÚJO, L. G.; PRABHU, A. S. Progresso da brusone nas folhas e características agrônomicas nas gerações avançadas de somaclones aromáticos da cultivar de arroz IAC 47. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n. 3, p. 606-613, set. 2001.
- ARAÚJO, L. G.; PRABHU, A. S. Somaclones da cultivar de arroz aromático Basmati-370 resistentes à brusone. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 8, p. 1127-1135, ago. 2002a.
- ARAÚJO, L. G.; PRABHU, A. S. Indução de variabilidade na cultivar de arroz Metica-1 para resistência a *Piricularia grisea*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 12, p. 1689-1695, dez. 2002b.
- ARAÚJO, L. G.; PRABHU, A. S.; FREIRE, A. B. Development of blast resistant somaclones of the upland rice cultivar Araguaia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.35, n.2, p.357-367, fev. 2000.
- ARAÚJO, L. G. et al. Variantes somaclonais da cultivar de arroz Bluebelle resistentes à brusone. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 5, p. 801-808, maio 2001.
- ATKINS, J.G. et al. An international set of rice varieties for differentiating races of *Piricularia oryzae*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 57, n. 3, p. 297-301, Mar. 1967.
- BRONDANI, C. et al. Development of microsatellite markers for the genetic analysis of *Magnaporthe grisea*. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 23, n. 4, p. 753-762, Dec. 2000.
- CARVALHO, J. C. B. et al. Inhibition of the rice blast fungus, *Magnaporthe oryzae* by orchid mycorrhizal fungi and their extracts, with particular reference to *Rhizoctonia* sp. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, DF, 2015 (No prelo).
- CHAIBUB, A. A. **Supressão de brusone nas folhas de arroz com *Cladosporium cladosporioides***. 2014. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- CHEN, D. H. et al. Population structure of *Piricularia grisea* at two screening sites in the Philippines. **Phytopathology**, St. Paul, v. 85, n. 9, p. 1011-1020, Sept. 1995.
- CORREA-VICTORIA, F. J.; ZEIGLER, R. S. Pathogenic variability in *Piricularia grisea* at a rice blast "hot-spot" breeding site in Eastern Colombia. **Plant Disease**, St. Paul, v. 77, n. 10, p. 1029-1035, Oct. 1993.
- COUCH, B. C.; KOHN, L. M. A multilocus gene genealogy concordant with host preference indicates segregation of a new species, *Magnaporthe oryzae*, from *M. grisea*. **Mycologia**, New York, v. 94, n. 4, p. 683-693, July-Aug. 2002.
- CRUZ, M. F. A. et al. Inducers of resistance and silicon on the activity of defense enzymes in the soybean-*Phakopsora pachyrhizi* interaction. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 2, p. 162-172, abr./jun. 2013.

DATNOFF, L. E. Differential gene expression of rice in response to silicon and infection by *Magnaportheoryzae*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE SILÍCIO NA AGRICULTURA, 5., 2010, Viçosa, MG. **Anais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosas, 2010. p. 227-238.

D'ÁVILA, L. S. **Diversidade de patótipos e estrutura de populações de *Magnaportheoryzae* sul do Brasil**. 2014. 100 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

FAUTEUX, F. et al. Silicon and plant disease resistance against pathogenic fungi. **FEMS Microbiology Letters**, Amsterdam, v. 249, n. 1, p. 1-6, Aug. 2005.

FILIPPI, M. C.; PRABHU, A. S. Phenotypic virulence analysis of *Pyriculariagrisea* isolates from brazilian upland rice cultivars. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 1, p. 27-35, jan. 2001.

FILIPPI, M. C. et al. Genetic diversity and virulence pattern in field populations of *Pyriculariagrisea* from rice cultivar Metica-1. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 12, p. 1681-1688, dez. 2002.

FILIPPI, M. C. et al. Leaf blast (*Magnaportheoryzae*) suppression and growth promotion by rhizobacteria on aerobic rice in Brazil. **Biological Control**, San Diego, v. 58, n. 2, p. 160-166, Aug. 2011.

FRANÇA, S. K. S. et al. Biocontrol of sheath blight by *Trichodermaasperellum* in tropical lowland rice. **Agronomy for Sustainable Development**, Paris, v. 35, p. 317-324, 2015.

FREY, K. J. et al. Management systems for host genes to control disease loss. In: DAY, P. R. (Ed.). **The genetic basis of epidemics in agriculture**. New York: New York Academy of Sciences, 1977. p. 255-274. (Annals of the New York Academy of Sciences, 287).

GARRIDO, L. R. **Desenvolvimento e uso de marcadores de regiões hipervariáveis do genoma de *Magnaportheagrisea* análise da estrutura de populações do patógeno infectando plantações de arroz**. 2001. 188 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF.

GEORGE, M. L. C. et al. Rapid genetic analysis of *Magnaportheagrisea* with PCR using endogenous repetitive DNA sequences. **Phytopathology**, St. Paul, v. 88, n. 3, p. 223-229, Mar. 1998.

GONÇALVES, F. J. **Estrutura populacional de isolados de *Magnaportheoryzae* Couch & Kohn de regiões produtoras de arroz (*Oryza sativa*) no Brasil**. 2013. 129 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

GUIMARÃES, R. A. **Caracterização de isolados de *Sarocladiumoryzae* e seu potencial na supressão da brusone foliar em arroz**. 2014. 105 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

HERRERA RODRÍGUEZ, M. C. **Utilização de extrato padronizado e óleo essencial de *Rosmarinusofficinalis* L. (Lamiaceae) no controle da brusone (*Magnaportheoryzae*) do arroz (*Oryza sativa* L. Poaceae)**. 2015. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

HITTALMANI, S. et al. Fine mapping and DNA marker-assisted pyramiding of the three major genes for blast resistance in rice. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 100, n. 7, p. 1121-1128, May 2000.

INUKAI, T. et al. Differentiation of pathogenic races of rice blast fungus by using near-isogenic lines with Indica genetic background. **Journal of the Faculty of Agriculture Hokkaido** 66:27-35. 1994.

KORNDÖRFER, G. K. et al. Influence of silicon on grain discoloration and upland rice grown on four savanna soils of Brazil. **Journal of PlantNutrition**, New York, v. 22, n. 1, p. 93-102, 1999.

LEVY, M. et al. DNA fingerprinting with a dispersed repeated sequence resolves pathotype diversity in the rice blast fungus. **Plant Cell**, Rockville, v. 3, n. 1, p. 95-102, Jan. 1991.

LEVY, M. et al. Genetic diversity of the rice blast fungus in a disease nursery in Colombia. **Phytopathology**, St. Paul, v. 83, n. 12, p. 1427-1433, Dec. 1993.

LING, K. C.; OU, S. H. Standardization of the international race numbers of *Pyriculariaoryzae*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 59, n. 3, p. 339-342, Mar. 1969.

MALAVOLTA, V. M. A.; SOUZA, T. M. W. Variabilidade de *Pyriculariaoryzae* no Estado de São Paulo. **SummaPhytopathologica**, Jaguariúna, v.18, n.3/4, p.287-290, jul./dez. 1992.

MARTINELLI, J. A. Uso de misturas varietais para o controle de doenças de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 1, p. 121-142, 1993.

MCDONALD, B. A. The population genetics of fungi: tools and techniques. **Phytopathology**, St. Paul, v. 87, n. 4, p. 448-453, Apr. 1997.

MCDUGALL, P. **R&D trends for chemical crop protection products and the position of the European market: a consultancy study undertaken for ECPA**. United Kingdom: Phillips McDougall, 2013. 23 p.

OLIVEIRA, J. C. **Caracterização de isolados de *Xanthomonascitrisubsp. malvacearum* e redução da mancha-angular do algodoeiro mediada pelo silício**. 2010. 112 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

OU, S. H. **Rice disease**. 2nd ed. Kew: Commonwealth Mycological Institute, 1985. 380 p.

PARLEVLIET, J. E. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 17, p. 203-224, 1977.

PEREIRA, S. C. et al. Efeito da aplicação foliar de silício na resistência à ferrugem e na potencialização da atividade de enzimas de defesa em cafeeiro. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, DF, v. 34, n. 4, p. 223-230, jul./ago. 2009.

PINHEIRO, T. M. et al. Tagging microsatellite markers to a blast resistance gene in the irrigated rice cultivar Cica-8. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 12, n. 3, p. 164-170, set. 2012.

PRABHU, A. S. Misturas de cultivares no controle de brusone nas panículas em arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n. 8, p. 1183-1192, ago. 1990.

PRABHU, A. S.; BEDENDO, I. P. Avaliação de resistência horizontal a brusone em cultivares de arroz. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 16, n. 1, p. 34-39, mar. 1991.

PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C. Graus de resistência a brusone e produtividade de cultivares melhoradas de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 12, p. 1453-1459, dez. 2001.

PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C. Especialização fisiológica. In: PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C. C. (Ed.). **Brusone em arroz: controle genético, progresso e perspectivas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 69-112.

PRABHU, A. S.; SILVA, S. C.; FILIPPI, M. C. Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças do arroz no Brasil. In: GHINI, R.; HAMADA, E. (Ed.). **Mudanças climáticas: impactos sobre doenças de plantas no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008. p. 141-158.

PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C.; ARAÚJO, L. G. Pathotype diversity of *Pyriculariaagrisea* from improved upland rice cultivars in experimental plots. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 5, p. 468-473, set./out. 2002a.

PRABHU, A. S. et al. Genetic and phenotypic characterization of isolates of *Pyriculariaagrisea* from the rice cultivars Epagri 108 and 109 in the state of Tocantins. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 6, p. 566-573, nov./dez. 2002b.

PRABHU, A. S. et al. **Silicon from disease control perspective in Brazil**. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. (Ed.). **Silicon in agriculture**. Amsterdam: Elsevier, 2001. p. 293-311.

REIS, K. B. **Extrato padronizado de *Rutagraveolens* L: avaliação de seu potencial no controle da brusone no arroz**. 2013. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

RIBEIRO, A. S.; TERRES, A. L. S. Variabilidade do fungo *Pyriculariaoryzae* e sua relação com cultivares resistentes à brusone. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 12, n. 4, p. 316-321, dez. 1987.

ROBINSON, R. A. **Plantpathosystems**. Berlin: Springer-Verlag, 1976. 183 p. (Advanced Series in Agricultural Science, 3).

RODRIGUES, F. A. et al. Silicon influences cytological and molecular events in compatible and incompatible rice-*Magnaportheorisea* interactions. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 66, n. 4, p. 144-159, Apr. 2005.

ROSS, W. J. et al. The use of RAPDs and MGR 586 DNA fingerprinting to characterize rice blast isolates of *Pyriculariagrisea* from single locations in Arkansas. *Phytopathology*, v.85, 1199 (Abstract). 1995

ROUMEN, E.; LEVY, M.; NOTTEGHEM, J. L. Characterization of the European pathogen population of *Magnaportheorisea* by DNA fingerprinting and pathotype analysis. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 103, n. 4, p. 363-371, May 1997.

SENA, A. P. A. et al. Increased enzymatic activity in rice leaf blast suppression by crude extract of *Epicoccum* sp. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, DF, v. 38, n. 5, p. 387-397, set./out. 2013.

SHORESH, M.; HARMAN, G. E.; MASTOURI, F. Induced systemic resistance and plant responses to fungal biocontrol agents. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 48, p. 21-43, 2010.

SILVA, G. B. et al. Estimation of phenotypic diversity in field populations of *Magnaportheorisea* from two upland rice cultivars. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 1, p. 5-12, jan./fev. 2007.

SILVA, J. C. et al. Rice sheath blight biocontrol and growth promotion by *Trichoderma* isolates from the Amazon. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 55, n. 4, p. 243-250, 2012.

SOUSA, T. P. **Indução de crescimento e resistência à brusone em plantas de arroz por ação de biopromotores e adubação silicatada**. 2014. 57 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA.

SOUZA A. C. A. et al. Enzyme-induced defense response in the suppression of rice leaf blast (*Magnaportheorisea*) by silicon fertilization and bioagents. **International Journal of Research Studies in Biosciences**, v. 3, n. 5, p. 22-32, May 2015.

TENÓRIO, J. H. F. et al. Validação de marcadores moleculares associados à resistência parcial a *Magnaportheorisea* para aplicação em seleção assistida por marcadores (SAM). In: SEMINÁRIO JOVENS TALENTOS, 9., 2015, Santo Antônio de Goiás. Coletânea dos resumos apresentados. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2015.

URASHIMA, A. S.; ISOGAWA, Y. Identification of races of *Pyriculariaoryzae* causing blast disease in cultivar IAC 4440 in Paraíba Valley-SP. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 16, n. 3/4, p. 243-247, 1990.

VALENT, B.; CHUMLEY, F. G. Molecular genetic analysis of the rice blast fungus *Magnaportheagrisea*. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 29, p. 443-467, 1991.

VANDERPLANK, J. E. **Plant diseases: epidemics and control**. New York: Academic Press, 1963. 349 p.

VESSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant and Soil**, The Hague, v. 255, n. 2, p. 571-586, Aug. 2003.

VINALE, F. et al. *Trichoderma*-plant-pathogen interactions. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 40, n. 1, p. 1-10, Jan. 2008.

WOLFE, M. S. The current status and prospects of multiline cultivars and variety mixtures for disease resistance. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 23, p. 251-273, 1985.

XIA, J. Q. et al. Regional population diversity of *Pyriculariagrisea* in Arkansas and the influence of host selection. **Plant Disease**, St. Paul, v. 84, n. 8, p. 877-884, Aug. 2000.

ZEIGLER, R. S. et al. The relationship between lineage and virulence in *Pyriculariagrisea* in the Philippines. **Phytopatology**, St. Paul, v. 85, n. 4, p. 443-451, Apr. 1995.

ZHU, Y. et al. Genetic diversity and disease control in rice. **Nature**, London, v. 406, p.718-722, Aug. 2000.

PEST MANAGEMENT IN RICE UNDER A CLIMATE CHANGE SCENARIO

M. O. Way¹, S. Vyavhare and R. A. Pearson

I am primarily a rice entomologist (but I also work on soybeans, grain sorghum and sugarcane/energycane) with 32 years experience serving agricultural interests in Southeast Texas. I am not, by any stretch of the imagination, an expert on climate science or the effects of climate change on agricultural production and/or pest management. However, I can report on relatively recent human population demographics, erratic weather events, and new competition for water which all have impacted and will impact rice and other crop industries in Texas.

The human population in Texas was 27 million in 2014 and is projected to increase to 34 million by 2030 (25% increase) and 46 million by 2060 (82% increase) (1,2). Houston, the 4th largest city in the US with a current population of 2.2 million, is situated in the heart of the Texas Rice Belt. Other large cities relatively close to the Texas Rice Belt are San Antonio (1.4 million and 7th largest city in the US), Dallas (1.3 million and 9th largest city in the US) and Austin (900,000). Texas basically is running out of water---by 2060, Texas will have a water shortfall of 10 trillion liters (2.7 trillion gallons) (3). At present, water use in Texas is prioritized as follows: urban (human consumption), industry and agriculture (4). Thus, WATER is a huge issue for the Texas rice industry. Although precision leveling rice fields, planting earlier with earlier maturing rice varieties and conservation tillage have decreased water use, rice production in Texas remains water-intensive. In 2011, Texas suffered an unprecedented drought drastically reducing water levels in reservoirs northwest of Austin which provide water for rice farmers along the Lower Colorado River. Basically, these rice farmers have not received water from this river for 4 years. Although 2015 has so far been a wet year, reservoir levels are still not high enough to allow release of water for agricultural use. Consequently, rice hectareage in Texas has decreased from about 73,000 (180,000 ac) in 2010 to about 53,000 (130,000 ac) in 2011-2015---a 20% decrease in rice hectareage (5). So, a combination of increased water demands and drought (possibly caused by climate change) has significantly affected Texas rice production. Another relatively recent activity adding to water demand in Texas is hydraulic fracturing which requires about 18 million liters (5 million gallons) of water per well (6). In 2012, over 6,000 wells were active in Texas. In response to this lack of water, some Texas rice farmers are switching to growing less water-intensive crops, such as corn, grain sorghum and soybeans. Others are letting rice land go to pasture for cattle or hay production. Some are drilling expensive wells to tap into ground water from the Gulf Coast Aquifer to irrigate their rice. Finally, a small percentage of rice farmers are moving their operations to the rice-producing region east of Houston where water sources are my reliable due to higher precipitation levels.

So, what do fewer rice hectares in Texas mean relative to insect pests? I have not observed and have not received any reports of atypical populations/damage of any rice pests in Texas since 2011. Most of our rice pests have an abundance of alternate weed and even crop hosts which I think mitigates the effects of reduced rice hectareage.

Relative to climate change and rice insect pests in Texas, I think an increase in temperature *could*:

- decrease overwintering mortality
- increase the number of generations per season
- increase the rate of consumption by pests
- extend seasonal damage potential

¹ Professor, Entomology Department, Texas A&M University; Texas A&M AgriLife Research Center, 1509 Aggie Drive, Beaumont, Texas, 77713; moway@aesrg.tamu.edu

- increase distribution/range of tropical and subtropical pests
- increase use of pesticides
- increase likelihood of pest resistance developing
- increase chance of invasive occurrences.

In addition, if climate change triggers more erratic weather (e.g. hurricanes), then an increase in hurricane frequency/severity and drought/flooding would not bode well for the Texas rice industry and would increase the chance of introducing invasive pests from the tropics.

If climate change is a reality, then I think rice entomologists will have to:

- work closely with stakeholders to identify new problems
- adapt and change research/extension directions to address these problems
- work closely with federal and state research entities, private industry and regulatory agencies to help solve these problems
- work closely with colleagues within and outside entomology to develop effective, affordable and safe solutions
- **strengthen working relations with colleagues from other countries---we are linked by mutual problems and goals!**

Bibliography

1. United States Census Bureau. 2014. Population and housing unit estimates. Retrieved from <http://www.census.gov/popest/data/cities/totals/2014/index.html>
2. <http://www.chron.com/news/houston-texas/houston/article/City-wins-census-appeal-count-adjusted-4087372.php>
3. Bowman, Karen. 2014. Texas could face 2.7 trillion gallon water shortfall by 2060. Rigzone. http://www.rigzone.com/news/oil_gas/a/136459/Report_Texas_Could_Face_27_Trillion_Gallon_Water_Shortfall_by_2060
4. Ron Gertson. Chair Colorado Water Issues Committee. Personal communication.
5. Way, M. O, G. M. McCauley, X. G. Zhou, and L. T. Wilson (Eds.). 2014 Texas Rice Production Guidelines. Texas A&M Agrilife Research and Texas A&M Agrilife Extension. B-6131. 110 pp
6. Water Usage (<http://www.hydraulicfracturing.com/Water-Usage/Pages/Information.aspx>). Chesapeake Energy site hydraulicfracturing.com

OPTIMIZATION OF NITROGEN MANAGEMENT FOR IRRIGATED RICE

Timothy W. Walker¹

INTRODUCTION

Rice production is concentrated in two major areas in the USA. The Sacramento Valley of California accounts for approximately 200,000 ha, whereas approximately one million hectares are produced annually in the southern states of Arkansas, Louisiana, Mississippi, Missouri, and Texas. The USA produces 1.5% of the world's production; however, contributes approximately 15% of the total world rice exports. Rice production in the USA is highly mechanized, and production per hectare in 2014 approached 8500 kg ha⁻¹. Abundant natural resources, aggressive research, development, and technology transfer efforts, combined with educated, progressive farmers continue to allow the USA to be leaders in rice production.

The dry-seeded, delayed-flood cultural system is the most utilized production system in the USA. This system offers the opportunity for 60-70% nitrogen use efficiency (NUE) when managed appropriately (Norman et al., 2003). Management of N sources, rates, and application timings is critical to achieve relatively high NUE. Because of varying soil types and temporal and spatial flux in temperature and rainfall, achieving high NUE across each farm year after year is extremely challenging. In addition to the need to reach economically optimum yields for the given genetics and environment, increased attention is being shown to environmental stewardship, i.e., minimizing the amount of N that leaves the field through run-off and gaseous loss.

This paper aims to provide a review of the efforts conducted largely by the southern USA land-grant universities where rice production is important. Special efforts will be directed to encompass managing the system rather than just focusing on N dynamics.

DRY-SEEDDED, DELAYED-FLOOD SYSTEM

Uncommon to most of the world's rice producing regions, the southern USA adopted and has refined a very effective seeding method for rice known as the dry-seeded, delayed-flood system. The size of the labor force in the western hemisphere demands a more mechanized approach as compared to the transplanted system largely used throughout the world. The dry-seeded, delayed-flood system consists of seed being drilled in narrow rows (15-25 cm apart), or broadcasted and harrowed in. The development of non-selective herbicides has allowed for more field preparation during the drier fall months, followed by herbicide application in late winter/early spring, and then drilling rice seed into a moist seedbed that allows for uniform and rapid germination and emergence. Rice is grown in aerobic conditions until the onset of tillering. When rice begins to tiller, urea-based N fertilizers can be applied on dry soil, and incorporated with the flood water. Hydrolysis of the urea occurs within a few days, and if managed correctly, soils also undergo reduction, thus allowing ammonium to be stable and available for plant uptake. Soils that remain anaerobic for a three weeks after flood establishment allow the rice to absorb the applied urea with very little

¹ Ph. D. General Manager, Horizon Ag LLC, Memphis, TN, USA.

Formerly Research Professor, Rice Agronomy and Breeding, Mississippi State University, Delta Research and Extension Center, Stoneville, MS, USA.

Current Address: 8275 Tournament Drive, Suite 255, Memphis, TN, USA 38125
twalker@horizonseed.com

loss through ammonia volatilization or nitrification/denitrification (Norman et al., 2003). Loss of N via leaching and/or run-off is negligible on most farms because of the soil physical properties, the slope of fields, and the pads and/or levees that border the fields.

DRIVERS FOR IMPROVING N EFFICIENCY

Economics, Lodging Mitigation, Environmental Stewardship

'Lemont' (Bollich et al., 1985) was the first semi-dwarf variety released that accounted for a substantial amount of acreage in the southern USA. It allowed growers to increase the rate of N to achieve economically optimum yields without exacerbating lodging. The result was a substantial yield increase, but also increased the need for N by 20-40 kg ha⁻¹ (Guindo et al., 1992). From 1960-1973, the average price paid for urea by a USA farmer decreased approximately \$3 per short ton per year. From 1974-2000, the price of urea increased approximately \$100 per short ton; however, varied a negligible amount from year to year. From 2001-2013, the price of urea increased at a rate of \$33 per short ton per year and more than doubled in price from the previous price era (Anonymous, 2015; Figure 1). In the 2000's, the costs associated with N fertilization increased to account for 25% of the total direct expenses with producing a crop of rice (Fitts et al., 2014). Therefore, tremendous effort was spent in maximizing the efficiency of the N applied. Studies included the evaluation of various N rate response models in order to develop more precise recommendations across cultivars and soil types. The quadratic response model best described the response of rice cultivars grown in the southern USA (Harrell et al., 2011). Therefore, an Economical Optimum N Rate could be recommended based on prevailing rice prices and urea prices. Furthermore, the response data were used to educate growers of the non-linear nature of grain yield response to N. This helped them make more educated decisions with respect to choosing N rates.

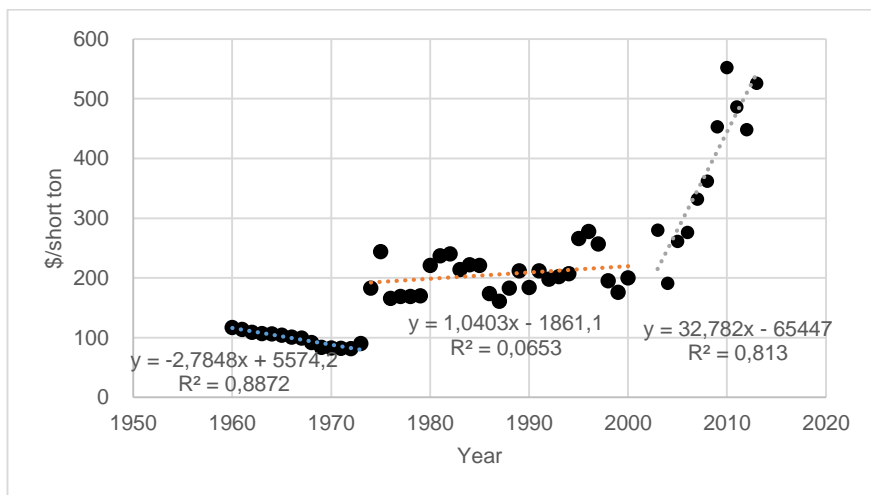


Figure 1. Average price of urea paid by USA farmers from 1960-2013. (Anonymous, 2015).

Considerable attention is given to minimizing lodging in rice. Lodging results in decreased harvest efficiency, reduced grain quality, and the potential for reduced yield (Salassi et al., 2013). Managing N effectively is one tool to mitigate lodging in rice.

Public awareness and concern of water and air pollution has increased. Adoption of agricultural practices based on scientific data has been imperative so that the USA rice industry does not succumb to excessive regulation. Thus, research has been conducted and products and practices have been developed to reach the highest possible nitrogen use efficiency. It is imperative to continue to increase grain production in proper balance with environmental stewardship.

KEY FINDINGS IN RECENT RESEARCH

Nitrogen Rates and Application Timing

Each year, land grant universities in the major rice producing states in the USA conduct multi-location, N rate response trials for new cultivars that have potential for being seeded by farmers. New cultivars will have been tested across varying soil types for 2-3 years prior to an official extension service recommendation. Much of this research is funded by the individual states' farmers through state "check-off" programs. Because of the active involvement farmers have in their respective research programs, often times, small plot research will be conducted in farmer's fields in addition to the experiment station. This allows scientists to locate their experiments in environments they may otherwise wouldn't have if they were limited to the experiment station. Many of the experiment stations are limited to a single soil type and/or texture, crop rotation, cultural practices. Expanding beyond the experiment station has been instrumental in developing recommendations for multiple soil types and cultural practices. In Mississippi, N rate recommendations were separated out for fine-textured clay soils and coarse-textured clay soils. It was found that in general, coarse-textured soils required 35 kg N ha⁻¹ less compared to fine-textured soils (Walker et al., 2014). The LSU AgCenter recommends a higher rate of N for Central and North Louisiana as compared to production in South Louisiana (Saichuk et al., 2014). Furthermore, the University of Arkansas conducted studies that resulted in increasing the N rate by 35 kg N ha⁻¹ for rice followed by rice in a two-year rotation (Hardke, 2013).

Research conducted throughout the southern USA resulted in recommending two-thirds of the total fertilizer N applied onto a dry soil surface immediately prior to establishment of the permanent flood and the remaining be applied between panicle initiation and panicle differentiation (Norman et al., 2003). Several situations arise each year that do not allow growers to apply preflood N in a timely manner. Sometimes rice is nearing panicle initiation before the fertilizer is applied and a permanent flood is established. In this event, the University of Arkansas has generated data that suggests the remaining one-third be delayed at least 21 days after the first application, regardless the plant growth stage (Slaton et al., 2014).

Many growers choose to apply 10-20 kg N ha⁻¹ to rice that has 1- to 3-leaves in an attempt to increase the rate of growth. Studies have indicated that a vegetative response can be achieved from this application; however, yield is not impacted (Walker et al., 2008). Mississippi State University demonstrated that N-uptake from this application is very inefficient (<10%), thus it is not added toward the total fertilizer N budget (Satterfield, 2009).

Ammonia Volatilization Potential and Mitigation

Urea is the most widely used N source for rice in the southern USA. Urea-N is prone to loss via ammonia volatilization based on a combination of factors including soil moisture, pH,

wind speed, and humidity (Dillon et al., 2012). Norman et al. (2009) reported a 22% yield reduction when urea was applied to a dry soil surface and was not incorporated by the flood until 10 days after application (Figure 2). NBPT-treated urea provided protection against volatilization and thus yields were equal at 10 days after application compared to the flood being established 1 day after N application. Volatilization losses exceeded 20% within 5 days after urea application in the same study and reached 25% after 10 days on the soil surface without incorporation (Figure 3). In a similar study reported by Dillon et al. (2012), ammonia volatilization loss reached 33% for urea in Louisiana, but only 7% in Mississippi (Table 1). Pooled over rates and days prior to flood establishment, urea plus NBPT resulted in 6% greater yield in Louisiana (data not shown). NBPT treated urea is recommended on soils in the southern USA where it takes 5 days or longer to establish a permanent flood (Hardke, 2013).

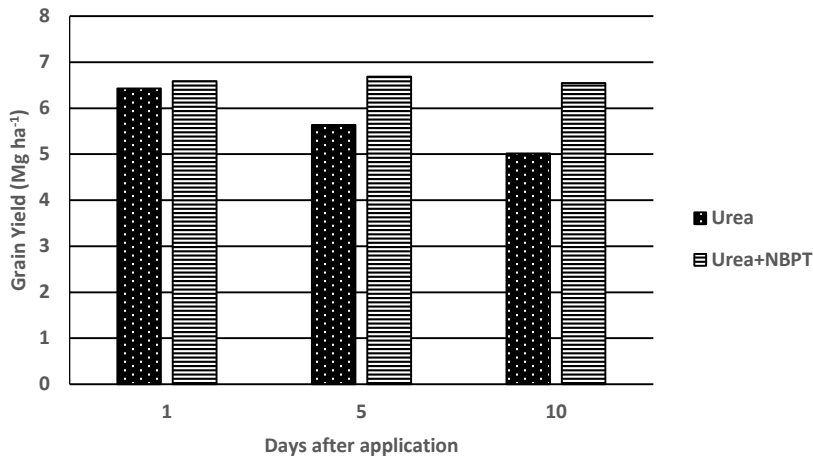


Figure 2. Rice grain yield for urea and urea+NBPT when applied 1, 5, and 10 days prior to permanent flood establishment. Data adopted from Norman et al. (2009) and averaged over the years 2003 and 2004.

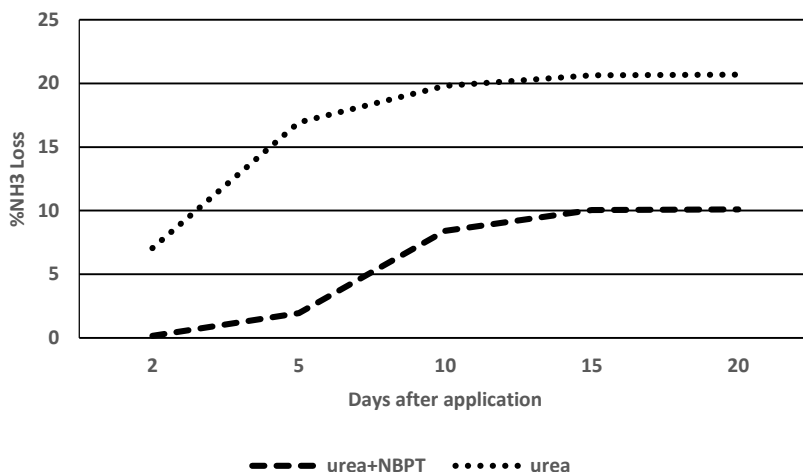


Figure 3. Nitrogen loss from ammonia volatilization with urea and urea + NBPT. Data from Norman et al. (2009) and averaged over the years 2003 and 2004.

Table 1. Cumulative ammonia volatilization losses for urea and urea+NBPT on a clay soil in Mississippi (DREC09 and 10) and a silt loam soil in Louisiana (RRS09 and 10). Total days=18. Flood established 10 days after application.

N Source	Cumulative ammonia volatilization losses			
	DREC09	DREC10	RRS09	RRS10
	----- % of applied N -----			
Urea	7	7	33	19
Urea+NBPT	2	2	4	2

Data from Dillon et al. (2012).

Because of the effectiveness of NBPT and the market acceptance, numerous products were developed and marketed as 'nitrogen stabilizers' in the mid to late 2000's. Extensive field and laboratory evaluations rendered all products ineffective except those that had NBPT as the active ingredient.

Nitrification/Denitrification Potential

Observations made while evaluating the effectiveness of NBPT and other experimental products aimed at minimizing ammonia volatilization in Mississippi led to the idea that nitrification and the resulting denitrification loss of N upon flooding may be substantial. Laboratory and field studies were conducted and reported by Fitts et al. (2014) to determine the nitrification potential of several soils where rice is produced in Mississippi. The Sharkey clay soil (pH 8.2) at the Mississippi State University Delta Research and Extension Center proved to be where ammonium disappeared the most rapidly compared to multiple other soils (3.9 days, Table 2). A Commerce very-fine sandy loam soil resulted in an ammonium half-life of 9.2 days.

Table 2. Disappearance of NH_4^+ from added urea (half-life for NH_4^+), Y intercept, rate constant and R^2 values for seven soils used in rice production.

Soil	Y intercept	Rate constant	Half-life for NH_4^+	R^2
	%	d^{-1}	d	
Commerce <i>vfsl</i>	101.3	0.0757	9.2a	0.97
Dundee <i>sicl</i>	99.5	0.0816	8.5ab	0.95
Crowley <i>sil</i>	123.7	0.1144	6.1bc	0.96
Forestdale <i>sil</i>	110.7	0.1379	5.0b-d	0.97
Sharkey <i>c</i>	120.7	0.1513	4.6cd	0.97
Dundee <i>sil</i>	128.4	0.1631	4.2d	0.96
Sharkey <i>c</i>	126.4	0.1759	3.9d	0.97

Data from Fitts et al. (2014).

Because of the rapid conversion from urea to nitrate in the Sharkey clay soil, field and laboratory studies were conducted to evaluate fertilizer products to slow the conversion. The laboratory study indicated that with every percent of N supplied from dicyandiamide (DCD), the half-life of ammonium increased 0.7 days (Figure 4).

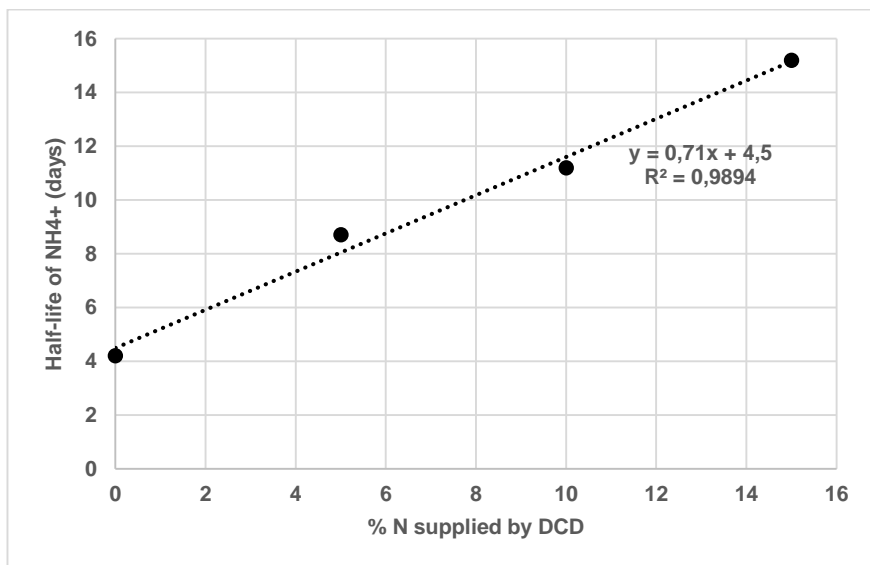


Figure 4. Ammonium disappearance (NH_4^+ half-life) when DCD was supplied at 0, 5, 10, and 15% of the total N in a laboratory study conducted at Stoneville, MS.

Data from Fitts et al. (2014).

In the field, where urea was applied on the soil surface, incorporated by a rain event, and allowed to remain in aerobic conditions for 12 days, yields were 1700 to 1900 kg ha^{-1} less than when the same rate of N was applied and the field was flooded within one day after

application (Table 3). DCD when applied at between 8 and 17 kg N ha⁻¹ was effective in improving yield when the urea fertilizer was allowed to remain in an aerobic soil for 12 days before flood establishment. The best treatment was to apply urea and establish a flood within 1 day after application; however, this is not possible for the majority of rice fields in the southern USA.

Table 3. Rice grain yield as affected by DCD rates and total N rates when applied 12 days before flood (dbf) on a Sharkey clay soil in Stoneville, MS.

N Source	Application Time	Stabilizer	Stabilizer rate	Total N rate	Grain yield
	dbf		kg N ha ⁻¹		kg ha ⁻¹
Untreated				0	4,476h
Urea	12	none		84	6,122g
Urea	12	DCD	4	84	6,555fg
Urea	12	DCD	8	84	9,982ef
Urea	12	DCD	13	84	7,515de
Urea	1	none		84	7,829cd
Urea	12	none		168	8,197c
Urea	12	DCD	8	168	9,338b
Urea	12	DCD	17	168	9,594ab
Urea	12	DCD	25	168	9,751ab
Urea	1	none		168	10,123a

Data from Fitts et al. (2014).

Nitrogen Soil Test for Rice (N-STaR)

After many years of research, scientists at the University of Arkansas developed a nitrogen soil test that shows promise for further refining N recommendations site specifically. Until this development, farmers were limited to using university-based guidelines based on previously mentioned techniques. This development holds promise to give the southern USA rice industry the opportunity to greatly enhance her ability to manage N in the most economically and environmentally friendly manner known to date in mechanized rice culture. The N-STaR method measures alkaline-hydrolyzable N through direct steam distillation. Roberts et al. (2011) reported that N-STaR soil N measured at a cumulative depth of 0-45 cm was significantly and positively correlated with %RGY on silt loam-textured soils (Eq. 1). Furthermore, N-STaR soil N was calibrated to predict the rate of N needed to achieve 95% RGY when sampled at 0-45 cm soil profile depth on silt loam-textured soils (Eq. 2). Field validation of the N fertilizer prediction model resulted in 50% of the validation sites requiring less N to achieve 100% RGY with N fertilizer savings ranging from 6 to 78 kg N ha⁻¹ (average = 41 kg N ha⁻¹) (Roberts et al., 2013). In addition to fertilizer savings, grain yields were numerically greater in all but one of the sites (range -50 kg ha⁻¹ to 1764 kg ha⁻¹). The average grain yield increase from less fertilizer N was 618 kg ha⁻¹.

$$[\text{Eq. 1}] \% \text{RGY} = -46.4 + 0.93(\text{N-STaR soil N}) \quad (n=23, r^2=0.73)$$

$$[\text{Eq. 2}] \text{N rate} = 337 - 2.10(\text{N-STaR soil N}) \quad (n=23, r^2=0.89)$$

Clay soils predominate the rice production area in the Mississippi River alluvial flood plain that extends from the Missouri Bootheel, through eastern Arkansas, Mississippi, and northeast Louisiana. Development of N-STaR for clay soils was important for rice production in those areas just as it was for the areas where silt loam textured soils were predominant. Similar to silt loam textured soils, N-STaR N was positively correlated to %RGY (Eq.

3); however, the best coefficient of determination was reached at a cumulative depth of 0-30 cm as compared to 0-45 cm for silt loam soils. N-STaR soil N was also related to the rate of fertilizer N needed to achieve 95% RGY (Eq. 4) (Fulford et al., 2012). Field validation studies (n=11) reported by Roberts et al. (2013) and Davidson et al. (2014) resulted in an average fertilizer N reduction of 39 kg N ha⁻¹ and a grain yield reduction of 87 kg ha⁻¹. Eight of the eleven sites resulted in a decreased fertilizer N requirement. Four of the sites where less N was required resulted in greater yields. In the three sites where more fertilizer N was required, one site resulted in greater yields.

$$[\text{Eq. 3}] \% \text{RGY} = 312.28 - 4.60(\text{N-STaR soil N}) + 0.02(\text{N-STaR soil N})^2 (n=14, r^2=0.77)$$

$$[\text{Eq. 4}] \text{N rate} = 391.88 - 1.89 (\text{N-STaR soil N}) (n=14, r^2=0.83)$$

GENERAL CONCLUSIONS

The dry-seeded, delayed-flood culture utilized on the majority of the hectares in the southern USA rice production area boasts one of the highest NUE because ammoniacal N is applied and can be incorporated and stabilized by the onset of a permanent flood with proper management. Strong research and extension programs collaborate to develop research ideas and educate farmers on the latest developments of improving N management. The development and implementation of NBPT as a tool to minimize N loss via ammonia volatilization has been very beneficial because weather events are unpredictable and field sizes often don't allow for permanent flooding to occur within a few days after urea application. The science has proven that nitrification and subsequent denitrification can also be a substantial cause of N inefficiency. Unfortunately, water management is the only economically viable control option currently available to rice farmers. Because of the high NUE in the dry-seeded, delayed flood system, a nitrogen soil test had great potential to accurately predict the amount of N available to rice plants and thus provide the rate of N needed to achieve economically optimum grain yield. Through much work, N-STaR has been developed and is being implemented at an increasing rate in Arkansas. This is the first time growers can apply N in a site-specific manner which further enhances a farmer's ability to reach the proper balance between agronomic production, and economic and environmental sustainability.

REFERENCES

- Anonymous, 2015. Fertilizer prices. <http://www.ers.usda.gov/data-products/fertilizer-use-and-price.aspx#26727>. Accessed and validated July 15, 2015.
- Bollich, C. N., et al. "Registration of 'Lemont' Rice." *Crop Science* 25.5 (1985): 883-885.
- Davidson, J. T., et al. "RICE CULTURE." *Arkansas Rice Research Studies* 2014: 195.
- Dillon, K. A., et al. "Nitrogen sources and timing effects on nitrogen loss and uptake in delayed flood rice." *Agronomy Journal* 104.2 (2012): 466-472.
- Fitts, P. W., et al. "Nitrification and Yield for Delayed-Flood Rice as Affected by a Nitrification Inhibitor and Coated Urea." *Agronomy Journal* 106.5 (2014): 1541-1548.
- Fulford, A.M., et al. "RICE CULTURE." *Arkansas Rice Research Studies* 2012: 204.
- Guindo, D., et al. "Seasonal accumulation and partitioning of nitrogen-15 in rice." *Soil Science Society of America Journal* 56.5 (1992): 1521-1527.

Hardke, J.T. *Arkansas rice production handbook*. Cooperative Extension Service, University of Arkansas, 2013.

Harrell, Dustin L., et al. "MODELING RICE GRAIN YIELD RESPONSE TO NITROGEN FERTILIZATION FOR DELAYED-FLOOD PRODUCTION." *Journal of Plant Nutrition* 34.14 (2011): 2158-2171.

Norman, Richard J., Charles E. Wilson, and Nathan A. Slaton. "Soil fertilization and mineral nutrition in US mechanized rice culture." *Rice: Origin, history, technology, and production* 6 (2002): 331.

Norman, R. J., et al. "Nitrogen fertilizer sources and timing before flooding dry-seeded, delayed-flood rice." *Soil Science Society of America Journal* 73.6 (2009): 2184-2190.

Roberts, T. L., et al. "Predicting nitrogen fertilizer needs for rice in Arkansas using alkaline hydrolyzable-nitrogen." *Soil Science Society of America Journal* 75.3 (2011): 1161-1171.

Roberts, T. L., et al. "Field Validation of N-STaR for Rice Produced on Silt Loam Soils in Arkansas." *Soil Science Society of America Journal* 77.2 (2013): 539-545.

Saichuk, J. K., et al. "Rice varieties and management tips 2015." *Louisiana Coop. Ext. Serv., Baton Rouge* (2014).

Salassi, Michael E., et al. "Impact of Harvest Lodging on Rough Rice Milling Yield and Market Price." *Agronomy Journal* 105.6 (2013): 1860-1867.

Satterfield, Jason Morris. *Evaluation of technology aimed to improve nitrogen use efficiency for delayed-flood rice (Oryza sativa L.) production*. Mississippi State University, 2009.

Slaton, N.A., et al. "RICE CULTURE." *Arkansas Rice Research Studies* 2014: 277.

Walker, Timothy W., et al. "The effects of starter nitrogen to rice seeded at various densities." *Crop Management* 7.1 (2008).

Walker, T.W. et al. "Rice Variety Trials 2014." *Mississippi State University, Starkville* (2014).

AVALIAÇÃO DO RISCO AMBIENTAL DE AGROTÓXICOS APLICADA À CULTURA DE ARROZ

Déborah Mendes Máximo Cardozo¹

Palavras-chave: agrotóxicos, ecossistemas aquáticos, impactos ambientais, águas superficiais e subterrâneas, rizicultura.

INTRODUÇÃO

A avaliação de risco ambiental é uma importante ferramenta para tomada de decisões relacionadas ao uso de agrotóxicos, pois permite que os agentes envolvidos no processo de avaliação de determinado produto associem os dados relacionados ao perigo inerente a essa substância e sua exposição nos diferentes compartimentos ambientais, levando-se à conclusão sobre o seu potencial risco ao meio ambiente.

Os procedimentos relacionados à avaliação de risco de agrotóxicos já são amplamente utilizados em países como Estados Unidos, Canadá, Austrália e países da União Europeia. No Brasil, a utilização da abordagem do risco relacionado ao uso de agrotóxicos está prevista na Lei Federal de Agrotóxicos (Lei nº 7.802 de 1989)¹ e em seu Decreto regulamentador (Decreto nº 4.074 de 2002)², mas a sua implementação definitiva ainda carece de rotinas e procedimentos bem estabelecidos.

Considerando as competências previstas para o Ibama com relação à avaliação ambiental de agrotóxicos e a importância da avaliação de risco neste contexto, este Instituto tem trabalhado na construção de um processo de avaliação de risco ambiental considerando a realidade brasileira, o que garantirá maior segurança quanto ao uso dessas substâncias, inclusive no contexto da produção de arroz irrigado, prevenindo os possíveis impactos que os agrotóxicos podem causar sobre ecossistemas aquáticos, por exemplo, e possibilitando a adoção racional de medidas de mitigação de tais impactos.

CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO NA REGIÃO SUL DO BRASIL

O Brasil é o segundo maior produtor de arroz do mundo, sendo essa produção estimada no Relatório da Produção Agrícola de 2015, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)³ em cerca de 12,4 milhões de toneladas cultivada em 2,2 milhões de hectares do território brasileiro. Somente a região Sul é responsável por 78,9% dessa produção nacional, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor do país, com 68,8% dessa produção, seguido pelo estado de Santa Catarina com produção de 8 a 9% (IBGE)³.

Ressalta-se que o ecossistema de arroz irrigado é responsável por mais da metade dessa produção e encontra-se distribuído entre a região de clima temperado (86,5%), nas várzeas dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina e a região de clima tropical (13,5%), nas várzeas tropicais dos Estados do Tocantins, Goiás e Mato Grosso do Sul⁴.

No Rio Grande do Sul, o arroz é produzido em 131 municípios localizados na metade sul do Estado e em Santa Catarina o arroz é produzido em 85 municípios, concentrados no Litoral (incluindo Litoral Sul, Litoral Centro e Litoral Norte) ou próximo (Região do Baixo, Médio e Alto Vale do Itajaí)⁵.

O arroz nesses estados é predominantemente cultivado sob irrigação por inundação com a permanência contínua de uma lâmina de água sobre a superfície do solo⁶. Esse

¹ Analista Ambiental do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama, SCEN Trecho 2 - Ed. Sede - Cx. Postal nº 09566 - CEP 70818-900 - Brasília-DF, deborah.maximo@ibama.gov.br.

manejo de irrigação, amplamente adotado pelos produtores, diminui o risco de déficit hídrico, que pode causar perdas na produtividade, e um melhor controle de plantas daninhas⁷. A lâmina de água atua como uma barreira física impedindo a germinação de sementes de plantas daninhas e também na solubilização de herbicidas, melhorando sua eficiência⁸. Outros benefícios relacionados ao manejo de irrigação contínua são: o aumento na disponibilidade de nutrientes, equilíbrio do pH⁹ e isolamento térmico, proporcionando diminuição da temperatura do solo e prevenção de baixas temperaturas⁷.

As áreas próprias para o cultivo do arroz irrigado caracterizam-se pela topografia plana e difícil drenagem, onde os solos permanecem saturados em períodos de maior precipitação pluvial. A drenagem deficiente está relacionada não apenas à topografia plana, mas, principalmente à ocorrência de horizontes subsuperficiais argilosos com baixa condutividade hidráulica, dificultando, assim, a percolação da água no perfil⁵.

Ressalta-se que esse moderno sistema produtivo caracterizado pela estabilidade da produção e elevada produtividade, com ampla utilização de agrotóxicos que propiciam o manejo adequado das principais pragas e doenças que causam danos à cultura, também está relacionado à um maior risco de contaminação ambiental por tais substâncias devido à possibilidade de lixiviação ao longo do perfil dos solos¹⁰, escoamento superficial do interior da lavoura em ocasião de chuvas¹¹ e a drenagem da água de irrigação no caso do sistema de cultivo pré-germinado¹².

IMPACTOS AMBIENTAIS DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO

Os principais fatores relacionados aos impactos ao meio ambiente na rizicultura são o cultivo sob irrigação por inundação e a utilização de agrotóxicos. Essas duas práticas associadas propiciam a contaminação tanto de águas superficiais quanto de águas subterrâneas, podendo afetar os ecossistemas aquáticos e a qualidade da água para o consumo humano.

No Brasil são recomendados para a cultura de arroz irrigado 17 ingredientes ativos herbicidas, 8 ingredientes ativos inseticidas e 5 ingredientes ativos fungicidas⁵. O uso frequente e, por vezes, incorreto dessas substâncias favorece o risco de contaminação dos recursos naturais, e os impactos ao meio ambiente relacionados a isso vão depender da ecotoxicidade de cada ingrediente ativo para os organismos não-alvo e de suas concentrações que atingem os diferentes compartimentos ambientais.

O comportamento dos agrotóxicos no ambiente pode ser influenciado por diversos fatores, tais como: método de aplicação, tipo de formulação e hidrossolubilidade do composto, volatilidade, propriedades físicas e químicas do solo (teor de matéria orgânica e argila, pH, umidade, atividade biológica, compactação e cobertura vegetal), persistência e mobilidade dos compostos, condições climáticas do ambiente (temperatura ambiente, pluviosidade, intensidade de luz solar e ventos) e topografia¹³.

Depois da aplicação do agrotóxico na cultura do arroz, vários processos estão envolvidos em seu destino ambiental, tais como: adsorção/dessorção às partículas do solo, volatilização, difusão, percolação, carreamento pelas águas superficiais, absorção por plantas ou animais, ou degradação química, física ou biológica¹⁴.

Observa-se que existe uma alta complexidade nos processos envolvidos no comportamento e destino dos agrotóxicos no meio ambiente, mas o entendimento dos mesmos é de suma importância durante a etapa de caracterização da exposição na avaliação de risco de agrotóxicos.

A Figura 2 exemplifica de maneira esquemática tais processos envolvidos na dissipação de agrotóxicos no meio ambiente.

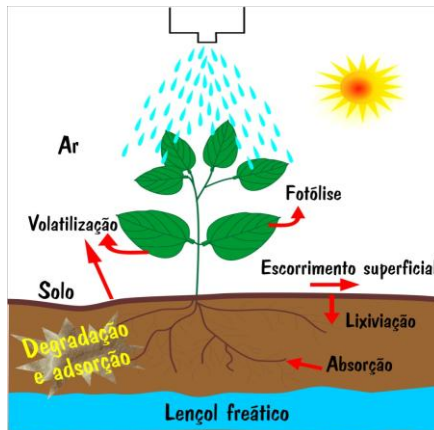


Figura 2: Processos envolvidos da dissipação ambiental de agrotóxicos.

Destacam-se entre os processos de transporte nos compartimentos ambientais: a lixiviação e o escoamento ou escoamento superficial, por favorecerem a contaminação de águas subterrâneas e superficiais, respectivamente. No caso das lavouras de arroz, as águas subterrâneas e superficiais estão ainda mais vulneráveis, pois grande parte das áreas em que essa cultura é cultivada estão localizadas em baixadas com lençol freático próximo à superfície do solo, ou estão posicionadas às margens de córregos, riachos ou rios, o que favorece a contaminação de recursos hídricos afetando tanto o ecossistema aquático quanto a qualidade da água para consumo humano¹⁵.

Tal contaminação tem sido descrita em diversos trabalhos de monitoramento conduzidos em regiões produtoras de arroz. No Rio Grande do Sul, há trabalhos de monitoramento de agrotóxicos em lavouras de arroz irrigado¹⁶, em bacias hidrográficas específicas, como as dos Rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim¹⁷, ou em rios específicos, como o Canal de São Gonçalo e Rio Piratini¹⁸.

AVALIAÇÃO DO RISCO AMBIENTAL DE AGROTÓXICOS

A avaliação de risco ambiental de agrotóxicos avalia a probabilidade da ocorrência de um efeito ecológico adverso como resultado da exposição a uma ou mais substâncias. O processo envolve a avaliação e organização sistemática de dados, informações, estimativas e incertezas com a finalidade de ajudar a compreender e prever as relações entre os agrotóxicos e seus efeitos ecológicos de forma que seja possível a tomada de decisão do ponto de vista ambiental¹⁹.

Trata-se de uma ferramenta que já vem sendo amplamente utilizada em diversos países. Nos Estados Unidos, por exemplo, a Lei Federal de Controle de Inseticidas, Fungicidas e Rodenticidas (*Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act*, FIFRA) fornece a base para a regulação, venda e distribuição dos agrotóxicos no país, considerando a avaliação de riscos e benefícios²⁰.

Na Europa, a *European and Mediterranean Plant Protection Organisation* desenvolveu guias de avaliação de risco ambiental de agrotóxicos com procedimentos que podem ser adaptados para serem usados de acordo com as prioridades dos países membros da comunidade europeia²¹. Outros países, como Canadá²² e Austrália²³, também possuem procedimentos estabelecidos para avaliação de risco ambiental, enquanto que na China estes estão sendo desenvolvidos²⁴.

A realização da avaliação de risco de agrotóxicos constitui uma exigência legal no Brasil – Decreto nº 4.074 de 2002 e Portaria Ibama nº 84 de 1996, mas ainda carece de rotinas e procedimentos bem estabelecidos para sua efetiva aplicação no registro de agrotóxicos. Em 2010, a Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA) ofereceu uma sessão de treinamento sobre modelos de avaliação de risco ambiental a analistas do Ibama e, desde então, tendo em vista a previsão legal e a oportunidade de aprofundar o conhecimento neste tema, os modelos de fase I adotados pela EPA para estimar as concentrações tanto de exposição aquática quanto terrestre estão sendo utilizados por este Instituto na avaliação de novos ingredientes ativos.

Atualmente o Ibama tem trabalhado em parceria com a indústria e comunidade científica através de grupos de trabalho focados em determinados organismos (aquáticos e abelhas), com o objetivo de desenvolver um processo de avaliação de risco ambiental baseada em cenários brasileiros.

Na primeira etapa deste trabalho serão definidos objetivos específicos de proteção, os quais são baseados em objetivos de proteção já previstos na legislação brasileira e na preocupação em se manter os serviços ecossistêmicos prestados por organismos aquáticos e abelhas nos cenários agrícolas brasileiros que podem ser afetados pelo uso de agrotóxicos. Essa proposta de trabalho foi baseada nas considerações sobre o tema já feitas pela Agência de Proteção Ambiental Norte Americana – EPA²⁵ e pela União Europeia²⁶. Após essa etapa, serão definidos os procedimentos de avaliação de risco considerando tais objetivos de proteção específicos e os cenários de exposição previstos.

O processo de avaliação de risco ambiental pode ser dividido em quatro etapas: 1. Coleta de informações; 2. Formulação do problema; 3. Análise de risco e 4. Caracterização do risco. O resultado deste processo deve ser comunicado ao gestor de risco e a outras partes interessadas (incluindo empresas e sociedade civil), e pode levar a ações de gerenciamento/mitigação do risco pela agência reguladora para a garantia do uso seguro de agrotóxicos²⁷.

Coleta de informações

Na primeira etapa da avaliação de risco ambiental de agrotóxicos é feita a coleta de informações referentes ao uso do produto, suas propriedades físico-químicas, dados sobre comportamento e destino ambiental e informações laboratoriais sobre efeitos/toxicidade para organismos não-alvo¹⁹.

No Brasil, os estudos exigidos para avaliação ambiental de um produto agrotóxico foram definidos pela Portaria IBAMA nº 84/1996²⁸, recentemente modificada pela Portaria IBAMA nº 6/2012²⁹, e estão apresentadas no Quadro 1.

Os estudos exigidos pelo Ibama para registro devem ser conduzidos de acordo com protocolos internacionalmente aceitos, como aqueles publicados pela OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*)^{30,31} ou pelo USEPA³² e devem ser conduzidos de acordo com os princípios de Boas Práticas de Laboratório (BPL) em laboratórios monitorados por autoridades reconhecidas, que no Brasil é o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO)³³.

Os estudos mostrados no Quadro 1 são usados atualmente para a classificação do potencial de periculosidade ambiental (PPA) de agrotóxicos. Esse sistema consiste num *ranking* em que são considerados o potencial de transporte, persistência e bioconcentração e a ecotoxicidade a diversos organismos e que permite que os produtos sejam classificados quanto ao perigo em uma das quatro classes de periculosidade ambiental, sendo a classe I a mais restritiva (altamente perigoso) e a classe IV a menos restritiva (pouco perigoso)³⁴.

Quadro 1. Estudos requeridos pelo Ibama para registro de produtos agrotóxicos no Brasil

Caracterização físico-química (PT e/ou PF): estado físico, aspecto, cor e odor; identificação molecular; grau de pureza; impurezas metálicas; ponto/faixa de fusão/ebulição; pH; constante de dissociação; constante de formação de complexo com metais; densidade; tensão superficial; viscosidade; distribuição de partículas por tamanho; corrosividade; estabilidade térmica e ao ar; ponto de fulgor; propriedades oxidantes; estudo de cinco bateladas.				
Protocolo	OECD / USEPA	Tipo	Requisito	Classificação*
Mobilidade-transporte				
Solubilidade em água	105 / 830.7840, 830.7860	PT e PF	R	Sim
Lixiviação ou mobilidade em solo	312 / 835.1230	PT ou i.a	R	Sim
Adsorção/Dessorção em solo	106 / 835.1240	PT ou i.a	R	Sim
Pressão de vapor	104 / 830.7950	PT ou i.a	R	Não
Volatilidade	- / 835.1410	PT	R	Não
Degradação abiótica-persistência				
Hidrólise	111 / 835.2120	PT ou i.a	R	Sim
Fotólise na água	316 / 835.2240	PT ou i.a	R	Sim
Degradação biótica-persistência				
Biodegradabilidade imediata	301 / 835.3110	PT ou i.a	R	Não
Biodegradação em solos	307 / 835.4100, 835.4200	PT ou i.a	R	Sim
Coeficiente de partição (n-octanol/água)	107 / 830.7560 117 / 830.7570	PT	R	Sim
Bioconcentração em peixes	305 / 850.1730	PT ou i.a	CR	Sim
Toxicidade para organismos não-alvo				
Microorganismos	216, 217 / 850.3200	PT e PF	R	Sim
Algas	201 / 850.4500	PT e PF	R	Sim
Organismos do solo	207, 222 / 850.6200	PT e PF	R	Sim
Abelhas (oral ou contato)	213, 214 / 850.3020	PT e PF	R	Sim
Microcrustáceos agudo	202 / 850.1010	PT e PF	R	Sim
Microcrustáceos crônico	211 / 850.1300	PT	R	Não
Peixes agudo	203 / 850.1075	PT e PF	R	Sim
Peixes crônico	210 / 850.1400	PT	R	Não
Aves (dose única)	223 / 850.2100	PT e PF	R	Sim
Aves (dieta)	205 / 850.2200	PT	CR	Não
Aves (reprodução)	206 / 850.2300	PT	CR	Não
Plantas não-alvo	208 / 850.4100 227 / 850.4150	PT ou PF	CR	Não
Oral aguda para ratos	420, 423, 425 / 870.1100	PT e PF	R	Sim
Efeitos sobre reprodução e prole em duas gerações sucessivas	416 / 870.3800	PT	R	Não

PT = produto técnico; PF = produto formulado; i.a = ingrediente ativo; R = requerido; CR = condicionalmente requerido; * classificação do potencial de periculosidade ambiental

Formulação do problema

Na etapa de formulação do problema são levantadas hipóteses preliminares sobre os efeitos ambientais decorrentes do uso de agrotóxicos. Os principais produtos desta etapa são os *endpoints de avaliação*, o *plano de análise* e o *modelo conceitual*^{19,35}.

Os *endpoints de avaliação* correspondem ao valor ambiental que se deseja proteger, e correspondem aos objetivos de proteção específicos citados anteriormente.

O *modelo conceitual* especifica as potenciais rotas de exposição, os organismos afetados e os *endpoints* de maior preocupação³⁵.

O *plano de análise* delinea como os dados disponíveis serão avaliados, e identifica rotas e relações mais relevantes para a condução da análise de risco, a próxima etapa do processo¹⁹.

Análise do risco

A etapa de análise do risco é baseada nas conclusões da formulação do problema e determina a probabilidade de exposição a um agrotóxico e os tipos de efeitos ecológicos potenciais que podem ser esperados desta exposição. Esta etapa inclui a caracterização da exposição e a caracterização dos efeitos¹⁹.

Caracterização da exposição

A caracterização da exposição descreve as fontes do agrotóxico, sua distribuição no ambiente e seu contato com os receptores ecológicos. Esta etapa pode envolver dados de monitoramento em campo e a utilização de modelos matemáticos, os quais apresentam limitações e incertezas. Apesar das limitações, estes modelos são uma boa ferramenta para explorar as interações entre os diversos fatores relevantes e prever os efeitos dos agrotóxicos sobre as populações de espécies não-alvo¹⁹.

Alguns modelos matemáticos que estimam as concentrações ambientais de exposição (CAEs) para organismos aquáticos desenvolvidos nos Estados Unidos e Brasil, e também utilizados no Ibama, são mostrados no Quadro 2.

Quadro 2. Modelos disponíveis para avaliação de risco ambiental de agrotóxicos utilizados pelo Ibama.

Nome do modelo	Desenvolvedor	Características	Fase
GENEEC (GENeric Estimated Environmental Concentration)	USEPA	Modelo utilizado para estimativa de concentrações de agrotóxicos em água superficial.	I
SCIGROW	USEPA	Modelo utilizado para estimativa de concentrações de agrotóxicos em água subterrânea.	I
Araqua	EMBRAPA, Brasil	Modelo brasileiro utilizado para estimativa de concentrações de agrotóxicos em água superficial e subterrânea.	I

A USEPA também possui um modelo específico de Fase I (*Tier I Rice Model*) para estimar a exposição de águas superficiais decorrentes do uso de agrotóxicos na cultura de arroz. Este modelo depende do conceito de equilíbrio de partição para fornecer uma estimativa conservadora resultante da aplicação de agrotóxicos na cultura de arroz irrigado. Quando um agrotóxico é aplicado nessa cultura, o modelo assume que este será instantaneamente separado entre a fase aquosa e o sedimento e a concentração na água resultante dessa partição³⁶.

Outro modelo utilizado nos EUA e Comunidade Europeia para estimativas das concentrações ambientais de agrotóxicos na cultura de arroz irrigado para as Fases mais avançadas, é o RICEWQ³⁷. Para esse modelo, os principais dados de entrada são: 1) precipitação diária; 2) evapotranspiração diária; 3) data de emergência, maturação e colheita da cultura; 4) dados sobre o manejo da irrigação (número de eventos de drenagem e/ou irrigação, datas desses eventos, espessura da lâmina de água etc); 5) taxa de irrigação; 6) altura da "saída de água" na extremidade do campo; 7) taxa máxima de drenagem; 8) área do campo de arroz; 9) dinâmica da lâmina de água; 10) taxa de infiltração de água no solo; 11) capacidade de campo; 12) ponto de murcha; 13) umidade inicial do solo; 14) densidade do solo; 15) número de aplicações do agrotóxico, incluindo data, taxa, profundidade de incorporação, concentração inicial na lâmina de água e no sedimento); 16) taxa de degradação do agrotóxico na água; 17) taxa de hidrólise do agrotóxico; 18) taxa de fotólise do agrotóxico na água; 19) taxa de degradação do agrotóxico no solo saturado e não saturado; 20) coeficiente de partição entre água e sedimento; 21) solubilidade do agrotóxico na água etc. Os principais dados simulados desses modelos são: 1) concentração diária do agrotóxico na água; 2) concentração diária do agrotóxico no sedimento; 3) quantidade total degradada diariamente na água e no solo etc.

Caracterização dos efeitos

A caracterização dos efeitos ecológicos avalia a evidência de que a exposição a um dado agrotóxico causa a resposta observada. A caracterização se inicia pela avaliação dos dados para especificar os efeitos adversos relevantes, verificando se eles são consistentes com os *endpoints* de avaliação e se as condições em que eles ocorrem são consistentes com o modelo conceitual definido na formulação do problema¹⁹.

Caracterização do risco

A caracterização do risco é a fase final da avaliação de risco ambiental e inclui a estimativa e a descrição do risco.

Estimativa do risco

Na estimativa do risco, uma abordagem determinística é feita pelo cálculo do Quociente de Risco (QR), dividindo-se as estimativas de exposição (CAE) pelos valores agudos e crônicos de ecotoxicidade ($QR = \text{exposição/toxicidade}$). Estes QR são comparados com os níveis de preocupação, que são critérios definidos pela autoridade regulamentadora. O risco potencial a organismos não-alvo existe quando o QR ultrapassa o nível de preocupação, o que pode levar a uma ação regulatória. O QR fornece um meio eficiente e barato de identificar situações de alto ou baixo risco, e podem permitir que as decisões de gestão de risco sejam feitas sem a necessidade de mais informações²⁷.

Porém, enquanto o quociente pode ser útil para responder quando os riscos são altos ou baixos, ele pode não ser útil para um gerenciador de risco que exige uma quantificação incremental dos riscos. Em situações onde esta predição é desejada, utiliza-se ferramentas computacionais para conduzir uma estimativa de risco probabilística¹⁹.

Descrição do risco

A descrição do risco corresponde a uma avaliação das evidências que suportam ou refutam a estimativa de risco, e uma interpretação da significância dos efeitos adversos nos *endpoints* de avaliação. Quando a caracterização do risco está completa, os avaliadores de risco devem ser capazes de estimar os riscos ecológicos, indicar o grau geral de confiança

dos riscos estimados, citar as linhas de evidência que suportam as estimativas de risco, e interpretar as adversidades dos efeitos ecológicos¹⁹.

Gerenciamento do risco

O gerenciamento de risco engloba todas as ações tomadas para eliminar ou reduzir os riscos identificados na avaliação de risco a um nível aceitável. Adicionalmente, são considerados também outros fatores, como questões sociais, econômicas, políticas ou legais¹⁹.

CONCLUSÃO

Como visto, a rizicultura no Sul do Brasil é uma atividade com potencial de contaminação de águas superficiais e subterrâneas devido à ampla utilização de agrotóxicos e as peculiaridades de cultivo de irrigação por inundação. Essas contaminações por agrotóxicos em ambientes aquáticos têm sido estimadas e relatadas em diversos estudos de monitoramento conduzidos em regiões produtoras de arroz, mas é necessário o aperfeiçoamento de ferramentas que auxiliem na predição dessas substâncias no meio ambiente para o estabelecimento precoce de medidas que diminuam o impacto ambiental decorrente dessa atividade.

Dessa forma, o processo de avaliação de risco trata-se de uma importante ferramenta que permite estimar as concentrações ambientais de agrotóxicos através de modelos matemáticos levando-se em consideração as características das moléculas e sua forma de aplicação no campo. Além disso, tal avaliação é de suma importância no contexto regulatório de agrotóxicos, permitindo tomada de decisões que levem em consideração os processos envolvidos no comportamento ambiental dessas substâncias em diferentes cenários agrícolas.

Apesar de prevista nas normativas brasileiras referentes ao registro de agrotóxicos, a avaliação de risco ambiental desses produtos ainda não é adotada de maneira sistemática pelo Ibama. Atualmente, a conclusão da avaliação ambiental de um agrotóxico é uma classificação de periculosidade ambiental (Classes I a IV) que diz respeito exclusivamente ao perigo dessas substâncias, sem levar em consideração a exposição dessas substâncias no meio ambiente. No caso de novas moléculas, a avaliação de risco ambiental ainda fica restrita aos modelos de Fase I de cenários americanos que são extremamente conservadores, para as condições em que foram gerados.

Com a recente criação do grupo de trabalho no Ibama que tem como objetivo o desenvolvimento de uma proposta de avaliação de risco ambiental de agrotóxicos no Brasil em conjunto com representantes da indústria e da comunidade científica, espera-se que tão logo essa ferramenta seja implementada no processo de registro desses produtos.

Também está prevista a discussão de um modelo de avaliação específico para a cultura de arroz irrigado, devido às particularidades inerentes a esse cultivo. Nesta etapa várias informações serão necessárias para a construção desse modelo, tais como: identificação das regiões produtoras de arroz; detalhamento das práticas agrícolas de cada região orizícola; dados de solo, clima, topografia, proximidade de corpos hídricos; dados de monitoramento ambiental para parametrização e calibração dos modelos, dentre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lei nº 7802, de 11 de julho de 1989. DOU, 12/07/1989. Brasília.
2. Decreto Nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. DOU 08/01/2002, Brasília.
3. IBGE. **Produção Agrícola 2015**: Cereais, leguminosas e oleaginosas. Disponível em:

- <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_%5Bmensal%5D/Comentarios/lspa_201505comentarios.pdf> . Acesso em: 01 jul. 2015.
4. BARRIGOSI, J. A. F. et al. Agrotóxicos no cultivo de arroz no Brasil: análise do consumo e medidas para reduzir o impacto ambiental negativo. **Embrapa Arroz e Feijão**. Circular Técnica 67, Santo Antônio de Goiás, GO, 2004. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1344498/2767889/agrotoxicos-no-cultivo-do-arroz-no-brasil-analise-do-consumo-e-medidas-para-reduzir-o-impacto-ambiental-negativo.pdf/1d6c613a-41de-4795-880b-92c00118c1ba>>. Acesso em: 01 jul. 2015.
5. INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ – IRGA, 2014. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/upload/20141205095320recomendacoes_tecnicas_sosbai_2014.pdf>. Acesso em: 01/07/2015
6. MARTINI, L. F. D. et al. Transporte de agrotóxicos em lavoura de arroz irrigado sob três manejos de irrigação. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v.30, n. 4, p. 799-808, out./dez. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582012000400014>. Acesso em: 01 jul. 2015.
7. STONE, L. F. Eficiência do uso da água na cultura do arroz irrigado. **Embrapa Arroz e Feijão**. Documento 176, Santo Antônio de Goiás, GO, 2005. Disponível em: <<http://core.ac.uk/download/pdf/15426123.pdf>>. Acesso em 07 jul. 2015.
8. VILLA, S. C. C. et al. Arroz tolerante a imidazolinas: controle do arroz-vermelho, fluxo gênico e efeito residual do herbicida em culturas sucessoras não-tolerantes. **Planta daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 4, p. 761-768, out./dez. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582006000400017>. Acesso em: 07 jul. 2015.
9. YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: IRRI, 1981.
10. WALKER, S. H. Causes of high water losses from irrigated rice fields: field measurements and results from analogue and digital models. **Agricultural Water Management**, v. 40, n. 1, p. 123-127, 1999.
11. WATANABE, H. et al. Effect of water management practice on pesticide behavior in paddy water. **Agricultural Water Management**, v. 88, n. 1-3, p. 132-140, 2007.
12. PRIMEL et al. Poluição das águas por herbicidas utilizados no cultivo do arroz irrigado na região central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil: predição teórica e monitoramento. **Química Nova**, São Paulo, SP, vol. 28, n. 4, p. 605-609, jul./ago. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422005000400010>. Acesso em 07 jul. 2015.
13. KERLE, E. A.; JENKINS, J. J.; VOGUE, P. A. Understanding pesticide persistence and mobility for groundwater and surface water protection. **Oregon State University Extension Service**, out. 1996. Disponível em: <http://wellwater.oregonstate.edu/sites/wellwater.oregonstate.edu/files/documents/understanding_pesticide_persistence.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2015.
14. ROGER, P. A.; BHUIYAN, S. I. Behavior of pesticides in rice-based agroecosystems: a review. In: PINGALI, P. L.; ROGER, P. A. (Ed.). **Impact of pesticides on farmer health and the rice environment**. Los Banos, Laguna (Filipinas), 1995. p. 111-148.
15. MARTINI, L. F. D. **Transporte de agrotóxicos e uso de água em diferentes manejos de irrigação de arroz**. 2010. 108 p. Dissertação - Rio Grande do Sul, RS.
16. MATTOS, M.L.T. et al. Monitoramento ambiental o glifosato e do seu metabólito (ácido aminometilfosfônico) na água de lavoura de arroz irrigado. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v.12, p.145-154, jan./dez. 2002. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/pesticidas/article/view/3156/2529>>. Acesso em: 10 jul. 2015.
17. MARCHEZAN, E. et al. Rice herbicide monitoring in two brazilian river during the rice growing season. **Scientia Agricola**, v.64, p.131-137, 2007.

18. GRUTZMACHER, D.D. et al. Monitoramento de agrotóxicos em dois mananciais hídricos no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, p.632-637, 2008.
19. U. S. Environmental Protection Agency. EPA/630/R-95/002F, Washington, DC, 1998.
20. <<http://www.epa.gov/oecaagct/lfra.html>> Acesso em 10 jul. 2015.
21. European and Mediterranean Plant Protection Organization. Environmental risk assessment scheme for plant protection products, **EPPO Bulletin** 2003, V. 33, P. 147-149, 2003.
22. STEPHENSON, G. R.; SOLOMON, K. R. Pesticides and the Environment. **Canadian Network of Toxicology Centres Press**, Guelph, Ontario, Canada, 2007.
23. Department of Health and Ageing and em Health Council. Environmental Health Risk Assessment: Guidelines for assessing human health risks from environmental harzads. ISBN:0642820910, Australia, jun. 2002. Disponível em: <http://www.health.vic.gov.au/archive/archive2014/nphp/enhealth/council/pubs/pdf/envhazard_ds.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2015.
24. ZHOU, J. In: Global Framework for Implementing Consistent Ecological Risk Assessment for Sustainable Agriculture, Cap. 2; **IUPAC Environmental Risk Assessment Workshop**, Beijing, China, 2012.
25. U.S Environmental Protection Agency (USEPA). Generic Ecological Assessment Endpoints (GAEs) for ecological risk assessment. **Risk Assessment Forum**, Washington DC 20460. EPA/630/P-02/004F, October 2003.
26. EFSA (European Food Safety Authority). Scientific Opinion on the development of specific protection goal options for environmental risk assessment of pesticides, in particular in relation to the revision of the Guidance Documents on Aquatic and Terrestrial Ecotoxicology (SANCO/3268/2001 and SANCO/10329/2002). **EFSA Journal** 2010; 8(10):1821. [55 pp.]
27. REBELO, R.M; CALDAS, E.D. Avaliação de risco ambiental de ambientes aquáticos afetados pelo uso de agrotóxicos. **Química Nova**, vol. 37, n. 7, 1199 – 1208, 2014.
28. Portaria Normativa IBAMA nº 84, de 15 de outubro de 1996. Brasília.
29. Portaria IBAMA nº 6 de 17 de maio de 2012. DOU 23/05/2012, Brasília, 2012.
30. <http://www.oecd-ilibrary.org/environment/oecd-guidelines-for-the-testing-of-chemicals-section-1-physical-chemical-properties_20745753>. Acesso em 10 jul. 2015.
31. <http://www.oecd-ilibrary.org/environment/oecd-guidelines-for-the-testing-of-chemicals-section-2-effects-on-biotic-systems_20745761>. Acesso em 10 jul. 2015.
32. <<http://www.epa.gov/ocspp/pubs/frs/home/guidelin.htm>>. Acesso em 10 jul. 2015.
33. Portaria Conjunta IBAMA/INMETRO n°1 de 29 de março de 2010. DOU 08/04/2012, Brasília.
34. <<http://www.ibama.gov.br/qualidade-ambiental/avaliacao-do-potencial-de-periculosidade-ambiental-ppa>>. Acesso em 10 jul. 2015.
35. U.S. Environmental Protection Agency (Ed). **Guidance for the Development of Conceptual Models for a Problem Formulation Developed for Registration Review**. Washington, D.C., 2011.
36. <http://www.epa.gov/oppefed1/models/water/rice_tier_i.pdf>. Acesso em 13 jul. 2015.
37. WILLIAMS, W. M. et al. RICEWQ: Pesticide runoff model for rice crops. **Users manual and program documentation version 1.9.0**, August 2011. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=FF128AF7E61987014D6776439BC30BCF?doi=10.1.1.444.10&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em 21 jul. 2015.

FISIOLOGIA VEGETAL COMO FERRAMENTA PARA O MELHORAMENTO GENÉTICO DO ARROZ?

Giovani Greigh de Brito¹

Palavras-chave: fenotipagem refinada, estresse, *Oryza sativa*.

INTRODUÇÃO

Os esforços em pesquisa e desenvolvimento efetuados entre as décadas de 1970/80 culminaram na adoção de tecnologias capazes de aumentar a produtividade e a produção mundial de arroz, inclusive a do Brasil, e alinha-la à demanda da população crescente; proporcionou ainda oportunidades de emprego e maior rentabilidade aos produtores, além de propiciar o acesso a este alimento pelas populações mais pobres que vivem em grandes centros em países da Ásia, África e América Latina. Todavia, os ganhos obtidos durante o período da revolução verde estão diminuindo e desde o ano 2000, a produção de arroz tem sido menor que o seu consumo e este déficit em produção, impactado sobre os estoques mundiais. Desse modo, se, por um lado houve um progresso extraordinário ao longo das últimas décadas, relativo aos ganhos de produtividade e adaptação, decorrentes dos esforços dos programas de melhoramento genético e das práticas de manejo, é consenso na comunidade científica, a preocupação de como estes esforços poderão continuar gerando tecnologias capazes de atender as demandas da sociedade por mais alimentos, com maior qualidade e produzidos de forma cada vez mais sustentáveis. Há ainda que se considerar que, mesmo com o grau de incerteza atual sobre a magnitude e os efeitos das mudanças nos elementos do clima, sobre a produtividade e a geografia da produção agrícola, é fato que eventos climáticos extremos estão ocorrendo com frequências cada vez maiores nos últimos anos. Associada à ocorrência cada vez mais frequente de eventos climáticos extremos, o aumento nas médias das temperaturas mínimas leva a outra grande preocupação, tendo em vista seu impacto sobre o processo de respiração e, consequente, sobre o potencial produtivo da cultura.

Num cenário desafiador, como o que se apresenta abordagens que envolvam ajustes nas práticas culturais e nos sistemas de produção vigentes, impactarão positivamente reduzindo os efeitos negativos de extremos climáticos sobre a produtividade da cultura. Assim, as novas estratégias e ferramentas disponíveis oferecem aos programas de melhoramento genético, novas oportunidades para dissecação e manipulação das bases genéticas e funcionais envolvidas nos componentes de produção e estabilidade de rendimento sob condições de estresses abióticos; já que atualmente, as plataformas disponíveis no mercado envolvendo as “ômicas” permitem extensiva caracterização do transcriptoma, metaboloma e do proteoma a custos e tempo cada vez menores. Neste sentido, se verifica que, se por um lado houve significativo progresso no desenvolvimento destas ferramentas e dos seus procedimentos para a genotipagem, de outro modo, ao considerarmos a quantidade de dados produzidos a partir destas abordagens moleculares da última década, os resultados aplicáveis obtidos ainda são incipientes, no sentido da obtenção de tecnologias visando mitigar os efeitos de estresses abióticos e bióticos sobre culturas agrícolas; isto se deve, ao menos em parte, a existência de gargalos, a exemplo dos *gaps* ainda persistentes relativos a compreensão das respostas, dos mecanismos e da interação destes com o ambiente dinâmico a que a planta está continuamente exposta, durante o seu ciclo biológico. Neste sentido, torna-se primordial que se dê prioridade e se efetue esforços para aumentar o grau de compreensão sobre as estratégias utilizadas pelas plantas para responder a um determinado estresse ou a combinação de mais de um fator de estresse ocorrendo concomitantemente. Progressos nesta linha serão cruciais para que

¹ Eng. Agr., Doutor, Embrapa Clima Temperado, BR 392 km 78, 96010-971 Pelotas, RS, e-mail: giovani.brito@embrapa.br

os gaps ainda persistentes em nossa capacidade de associar genótipos à fenótipos de plantas sejam reduzidos. Adicionalmente, o desenvolvimento e aprimoramento das ferramentas disponíveis para a fenotipagem, além da estratégia de sua adoção junto aos programas de melhoramento genético poderão determinar o seu impacto na caracterização e na valoração de novos genótipos para fins específicos.

TÓPICOS DA PALESTRA

Sucintamente, aqui serão abordados aspectos relativos ao papel potencial da fisiologia vegetal no contexto ora apresentado, o qual busca o desenvolvimento e o aprimoramento de plataformas e procedimentos de fenotipagem refinada em plantas visando sua integração aos programas de melhoramento genético vegetal. Pretende-se expor importantes características a serem consideradas na fenotipagem fisiológica, os quais envolvem a sua escala de análise, a dimensionalidade e a resolução, além de abordar, neste tópico, os progressos obtidos, os gargalos ainda existentes e os desafios para o futuro.

CONCLUSÃO

Embora ainda persistam limitações quanto a nossa capacidade de fenotipagem refinada a campo, limitando nossa habilidade para dissecar, especialmente caracteres genéticos quantitativos, particularmente aqueles relacionados ao rendimento e à tolerância a estresses, (a exemplo do rendimento potencial sob deficiência hídrica, temperatura infra e supra-ótima, eficiência de uso de nutrientes e de água, entre outros), os avanços no desenvolvimento de sensores, na modelagem, na aeronáutica e no aumento da capacidade de gerenciar e processar os dados gerados poderá auxiliar na redução deste gargalo. Ressalte-se ainda que a fenotipagem sob condições controladas (ambientes controlados) e análises laboratoriais complementarão a fenotipagem diretamente a campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITO, G.G.; SUASSUNA, N.D.; DIOLA, V.; SOFIATTI, V.; DUCATTI, C.; SILVA, E.T.; MORELLO, C.L. Carbon isotope fractionation for cotton genotype selection. **Pesq. Agrop. Brasil.**, v.49, p.673-682, 2014a.

BRITO, G.G.; SUASSUNA, N.D.; SILVA, V.N.; SOFIATTI, V.; DIOLA, V.; MORELLO, C.L. Leaf-level carbon isotope discrimination and its relationship with yield components as a tool for cotton phenotyping in unfavorable conditions. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.36, p.335-345, 2014b.

DHONDT, S.; WUYTS, N.; INZE, D. Cell to whole-plant phenotyping: the best is yet to come. **Trends Plant Sci**, v.18, p.428-39, 2013.

GROSSKINSKY, D.K.; SVENSGAARD, J.; CHRISTENSEN, S.; ROITSCH, T. Plant phenomics and the need for physiological phenotyping across scales to narrow the genotype-to-phenotype knowledge gap. **J Exp Bot**, 2015.

LI, L.; ZHANG, Q.; HUANG, D. A review of imaging techniques for plant phenotyping. **Sensors (Basel)**, v.14, p.20078-111, 2014.

WALTER, A.; LIEBISCH, F.; HUND, A. Plant phenotyping: from bean weighing to image analysis. **Plant Methods**, v.11, p.14, 2015.

MITOS, VERDADES E PERSPECTIVAS NA ADOÇÃO DE HÍBRIDOS

James E. Tallebois¹

CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS HÍBRIDOS

O híbrido é uma fórmula varietal clássica no milho, uma referência quando se trata de híbrido, mas também muito utilizados em varias outras plantas como, por exemplo, girassol, beterraba, tomate e centeio. Uma maneira muito geral para definir um híbrido é de considerar que é uma semente resultante do cruzamento de duas populações estáveis e reprodutíveis. Essas populações estáveis podem ser de vários tipos: clones, populações, progênies mais ou menos fixadas. A fórmula mais utilizada, que tende a generalizar-se, é a utilização, como progenitores, de linhagens homozigotas porque, em teoria, é essa fórmula que permite obter os melhores rendimentos (Gallais A.2015).

Porque utilizar fórmulas híbridas quando existem variedades autoreproductíveis, como as linhagens homozigotas nas plantas autógamas (trigo, cevada, arroz) ou populações para as plantas alogamas (milho e centeio)? As razões são diversas:

1. O fenômeno de heterose que faz que, em geral, as plantas procedentes de cruzamentos entre linhagens, ou populações, de origens genéticas diferentes são mais produtivas que as próprias linhagens ou populações progenitores. Essa superioridade indo crescendo com o tempo e os meios consagrados à seleção. As fórmulas híbridas permitem uma aceleração do progresso genético.
2. Os híbridos apresentam uma melhor estabilidade dos rendimentos principalmente em situações de instabilidade ambiental.
3. A facilidade para acumular genes favoráveis e assim conseguir um progresso genético mais rápido.
4. A necessidade de financiamento dos trabalhos de investigação, sempre mais complexos e dispendiosos, necessários ao desenvolvimento de cultivares mais produtivos, melhor adaptados aos sistemas de cultura, mais respeitosos do ambiente e respondendo às necessidades do consumidor e da indústria. O híbrido, não sendo autoreproductível, a venda das sementes, perfeitamente controlada a cada ciclo de cultivo, se torna um meio de financiamento das investigações. Mesmo num sistema centralizado onde o sector público, via impostos e taxas, se encarrega de financiar o progresso genético os híbridos são, globalmente, uma vantagem por permitir uma aceleração do progresso genético e uma diminuição dos esforços financeiro do governo (Gallais A. 2015).
5. Por último o uso de variedades híbrida permite uma diminuição dos problemas fitossanitário graças ao uso sistemático de sementes certificadas mas também graças a uma melhor diversidade genética (se não haja monopólio no setor). Certas doenças, transmitidas pelas sementes, serão melhor controladas com os híbridos que necessitam a compra de sementes certificadas a cada ano. A utilização

¹Cirad-AGAP

Embrapa Arroz e Feijão

Rodovia GO-452, km 12 Zona Rural C.P. 179 75375-000

Santo Antonio de Goias-GO - E-mail: james.tallebois@cirad.fr

exclusiva de fórmulas híbridas para os arrozos CL teria, se aquilo tivesse sido possível, limitado o aparecimento de arrozos vermelhos CL.

AS VARIEDADES HÍBRIDAS NAS CEREAIS AUTÓGAMAS

O sucesso dos híbridos, indiscutível para as plantas allogamas onde o efeito da heterose é elevado, rapidamente acessível e onde a produção de sementes, baseada na allogamia, bastante simples é mais discutível para as plantas autógamas (Horst Longin C.F e Al 2012). Nas plantas autógamas a heterose não é tão elevada e a produção de sementes mais complicada. Nas plantas autógamas, pelo menos as autógamas de grandes culturas, a utilização de híbrido é limitada. Os híbridos de trigo utilizados entre 1970 e 1990 desapareceram para recentemente retornar de atualidade na Europa. Contudo as superfícies permanecem muito limitadas: menos de 1% das superfícies plantadas em trigo. Os híbridos de cevada, explorados inicialmente nos EUA, caíram em desuso a partir de 1978 mas, com a descoberta de um novo sistema de esterilidade, retornaram a ser explorados na Europa a partir de 2002. Os arrozos híbridos têm dificuldades para se impuser em America Latina. Várias razões podem ser emitidas para explicar essas dificuldades com as plantas autógamas:

1. A produção das sementes é um fator muito limitante. A técnica clássica de produção por bandas alternadas dos dois progenitores, que depende da alogamia das plantas, não é muito eficaz. Outras técnicas mais adaptadas às autógamas começam a ser exploradas como no caso da cevada.
2. A superioridade dos híbridos, ou efeito de heterose, é limitada, muito inferior ao das plantas alogamas. Geralmente, que seja para o arroz, a cevada ou o trigo, os ganhos de produção situam-se entre 5 e 15% . Aquilo pode não ser suficiente para compensar o custo adicional das sementes.
3. Frequentemente essas plantas (arroz, trigo, cevada) utilizam doses elevadas de sementes por ha o que dificulta o uso de sementes caras.

HISTÓRICO DO ARROZ HÍBRIDO

Se o fenómeno de heterose no arroz for descoberto bastante cedo (Jones JW 1926) A exploração comercial iniciou-se somente em 1976 seguindo à descoberta de um sistema de andro-esterilidade ainda majoritariamente utilizado nos dias de hoje. A adopção do arroz híbrido foi bastante rápida na China e nos anos 90 cerca da metade das superfícies arrozais da China utilizavam híbridos. Atualmente são cerca de 17 milhões de ha em híbrido, ou seja, mais de 60% das superfícies arrozais. Se, no início, o crescimento foi manejado e centralizado pelo estado agora o setor privado esta fortemente implicado.

Na Ásia, fora da China, a chegada dos híbridos foi muito mais tardia e lenta. Atualmente é na Índia onde, após um lento arranque, a adopção dos híbridos parece acelerar-se. Há atualmente 2 à 3 milhões de ha de arroz híbrido na Índia

Na América os híbridos são agora comuns nos EUA onde cerca de 80% das superfícies arrozais utilizam híbridos. Na América Latina a adopção dos híbridos parece mais demorada, mas está em constante progressão. Encontra-se híbridos essencialmente no Cone Sul, mas muito em breve, híbridos serão disponíveis à venda na Colômbia e nos países vizinhos.

Uma orizicultura fortemente mecanizada, praticando o plantio direto, não permite uma adaptação direta das técnicas desenvolvidas na Ásia tanto para o uso dos híbridos que para

a produção de sementes. Na Ásia pratica-se o transplante que gasta poucas sementes por hectare, o plantio de arroz é conduzido em pequenas parcelas com uma mão de obra abundante e barata facilitando a produção das sementes. Na América o plantio direto domina e é praticado em grandes parcelas e a mão de obra é rara. O plantio direto utiliza densidades de semeio elevadas e a falta de mão de obra não permite a pratica das técnicas de produção de sementes utilizadas na Ásia.

OS MITOS E REALIDADES

Os meios de comunicação social modernos, hiperativos, que privilegiam geralmente a circulação da informação na verificação criteriosa dessas informações e sua ponderação, não facilitam uma visão objetiva dos factos e contribui para o nascimento de mitos e deformações (positivas ou negativas) da realidade. O tema arroz híbrido não escapa disso.

Assim de acordo com alguns meios de comunicação o arroz híbrido é uma verdadeira catástrofe ecológica planetária e não passa de um meio de exploração dos agricultores (Devlin Kuyek 2000).

Vamos ver aqui alguns aspectos dessas crenças e deformação da realidade.

Os híbridos não produzem mais que as linhagens

Às vezes é anunciado como uma verdade estabelecida que os híbridos não produzam mais que as variedades. Nesse caso, então, porque utilizar híbridos de sementes dispendiosas se existirem variedades convencionais auto reprodutíveis de alto rendimento.

É certo que uma fórmula híbrida não é sistematicamente mais produtiva é melhor que uma variedade comercial convencional. É necessário testar um grande número de fórmulas híbridas para encontrar uma melhor. Mas aqui nada de muito extraordinário, é o mesmo processo que para encontrar uma variedade convencional melhor é necessário avaliar um grande número de linhagens. Isto é o trabalho clássico do melhorista e aqui nada de diferente entre seleção de híbridos e seleção de linhagens é um trabalho ingrato onde não ha milagres.

Muitas vezes essas afirmações são baseadas em dados não comparáveis. É necessário, obviamente, comparar o comparável. Comparar um híbrido selecionado na China com uma variedade do Rio Grande do Sul, aqui em Pelotas, não tem sentidos e muito certamente que o híbrido perderá. Comparar um híbrido, cujo ciclo é de 100 dias, com uma variedade de 130 dias ou mais é também bastante discutível. Comparar um rendimento obtido na China em alguns dezenas de m² com o rendimento de uma parcela de alguns dezenas de ha no Rio Grande do Sul não tem também grande interesse mas é frequentemente praticado pelas medias (em detrimento dos Chineses ou a favor de acordo com o media e seus interesses).

Contudo uma coisa é certa o inicio é sempre muito difícil para um programa híbrido porque todo um dispositivo de seleção, muito dispendioso, deve ser organizado, estruturado enquanto que para as variedades convencionais trabalha-se com programas já bem estabelecidos, perfeitamente estruturados. Contudo, à medida que os programas de seleção arroz híbrido vão estruturando-se, principalmente trabalhar a partir de grupos heteroticos, a probabilidade de encontrar melhores híbridos vai aumentar e a diferencia entre variedades tradicionais e híbridas vai crescer. Como para o milho híbrido, no início, a diferença entre variedades populações e variedades híbridas era incerta mas, à medida que os programas híbridos se organizaram, com a estruturação em grupos heteroticos, a diferença entre variedades populações e híbridos ficou incontestáveis.

Se for incontestável que os arrozos híbridos são mais produtivos não significa tampouco que as variedades convencionais são condenadas a desaparecer. Continuarão existir para certos nichos de mercado (arrozos coloridos, arrozos de destino culinário muito específico) bem como nos países onde não existe estrutura de produção e distribuição de sementes eficazes. Poderão também ser mantidas como medida de segurança em previsão de conflitos ou catástrofes naturais que viriam desestabilizar o sector sementeiro.

Os arrozos híbridos têm uma péssima qualidade de grão

E difícil de contestar que os primeiros híbridos comercializados na América não apresentavam excelente qualidade de grão. Até que algumas beneficiadoras chegaram a recusar os híbridos. Contudo essa má qualidade dos primeiros híbridos não significa que formula híbrido é, para o arroz, sinónimo de má qualidade de grão. Esta má qualidade é apenas conjuntural e resulta simplesmente de uma falta de maturidade dos programas. Frequentemente os programas arroz híbrido, para ganhar tempo, economizar recursos, utilizaram linhagens fêmeas prevenindo da Ásia onde os critérios de qualidade de grão são totalmente diferentes ou até mesmo onde a qualidade de grão não estava um critério de seleção importante. Com o tempo os híbridos vão utilizar germoplasmo local ou pelo menos selecionado para critérios locais e os híbridos não deveriam mais distinguir-se das variedades convencionais para a qualidade de grão. É mesmo muito provável que, progressivamente, será muito mais fácil criar híbrido cuja qualidade de grão será excelente que de criar variedades convencionais. No processo de criação de uma nova variedade convencional é necessário, cada vez, de reselectionar para a qualidade de grão enquanto que, em contrapartida, para os híbridos existem progenitores fêmeas, desenvolvidos localmente, que tem a particularidade de, independentemente da qualidade de grão do progenitor macho, produzir híbrido com excelente qualidade de grão. O Cirad conjuntamente com o Embrapa no Brasil e El Aceituno na Colômbia dispõe agora de tais linhagens fêmeas para a criação dos seus híbridos.

Os híbridos para produzir necessitam mais fatores de produção

Os híbridos são mais produtivos, mas exigem mais recursos (água, nitrogénio, etc...). Lá também é necessário comparar que é comparável.

Logicamente não há milagres: produzir mais significa mais água, mais nitrogénio, etc... Todavia o importante é comparar o consumo de recursos por Kg de arroz produzido e, neste caso, os híbridos são mais eficientes. Duas razões a aquilo: a heteroses que torna a planta, de maneira geral, mais eficiente, com raízes mais bem desenvolvidas permitindo uma melhor exploração do solo e então uma melhor extração da água e dos diferentes elementos necessários ao crescimento da planta.

Para utilizar poucas sementes por hectare os híbridos vão poder beneficiar de tratamentos de sementes muito mais eficiente impossíveis com as variedades convencionais que utilizam muito sementes por hectares. Aquilo também contribuirá a uma melhor economia dos recursos.

Maneja-se os híbridos como as variedades

Não, trata-se de produtos bem diferentes, os híbridos necessitam uma condução diferente das variedades convencionais para poder exprimir plenamente o seu potencial. O

manejo dos híbridos certamente não é ainda perfeitamente dominada e controlada, progressos importantes devem chegar. Um melhor controle do manejo dos híbridos permitirá certamente aumentar a diferença de produtividade com as variedades convencionais. As razões por esse manejo diferentes têm vários motivos. O preço muito elevado das sementes torna indispensável a prática de baixas densidades de semeadura. Atualmente as densidades recomendadas são de aproximadamente 40kg/ha mas, com materiais e tecnologias adequadas (semeadeira de precisão, bom preparo do solo, sementes tratadas de qualidade), é provável que, nos próximos anos, de 10 à 15kg/ha de sementes serão suficientes.

Os híbridos são mais susceptíveis aos herbicidas

Não há nenhuma razão para os híbridos ser mais sensíveis aos herbicidas. A utilização de sementes híbridas CL cuja produção apresentou alguns problemas pode dar essa impressão porque com a semente híbrida encontrara-se provavelmente sementes do parente fêmea, ele sensível ao herbicida. O problema é então de produção de sementes. Realmente um problema sem grande importância, sem impacto sobre a produtividade, se claro esta mescla é limitada.

Criar híbrido é simples, qualquer instituição que tem um programa convencional pode facilmente criar híbrido

Isto é um grave erro. Muitos programas iniciados em América fracassaram por este excesso de optimismo. Frequentemente acreditou-se que a partir de alguns gramas de sementes de linhagens fêmeas provenientes da China ou do IIRRI podia facilmente produzir híbridos utilizando as melhores variedades convencionais como parente polinizador. Se às vezes alguns metros quadrados de híbridos puderem ser testados e que certos híbridos produziram rendimentos excelentes a qualidade de grão não era boa e por causa de um mau gerenciamento da multiplicação das linhagens fêmeas, o programa fracassou e as esperanças apagaram-se.

A elaboração de um programa de seleção arroz híbrido é complexa e a sua condução dispendiosa. Ao contrário de um programa convencional onde as sementes disponíveis não são fator limitante para as diferentes etapas de avaliação para os programas híbridos produção das sementes e avaliação dos híbridos são ativadas diferentes. A organização da produção de sementes híbridas, em pequenas quantidades mas para numerosas combinações (centena ver milhares por ano) é uma operação extremamente complexa, que a mais, deve ser organizada em duas fases a produção das sementes das fêmeas seguida da produção das sementes híbridas. Antes de poder abordar a seleção de híbrido é necessário ser capaz de produzir sementes puras das fêmeas e aquilo é uma operação altamente complicada onde muitas instituições fracassarem.

A montagem de um programa arroz híbrido não pode, em médio e longo prazo, alimentar-se do germoplasma produzido por um programa convencional. Não é cruzando as melhores variedades convencionais que se criam híbridos de modo sustentável. Uma combinação híbrida é baseada na complementaridade entre duas linhagens. Assim uma das linhagens pode apresentar certos defeitos (sensibilidade a uma doença) se esses defeitos forem corrigidos pela segunda linhagem e vice versa. Assim numerosas linhagens rejeitadas pelos programas convencionais poderiam ser utilizadas para a formação de híbrido.

Está muito recentemente que os programas arroz híbridos tomaram consciência desse problema e procuram, à imagem de que foi realizado com o milho, descobrir ou montar grupos heteróticos para depois poder extrair de maneira eficiente os linhagens parentais dos híbridos (Xie F e Al 2013). Um método de seleção que não tem sentido nem equivalente para um programa convencional.

Outros problemas das linhagens procedentes da seleção convencional, elas foram selecionadas, conscientemente ou inconscientemente, para ser autógamas. Nos processos de seleção genealógica, as linhagens que são heterogêneas (consideradas instáveis) são rejeitadas e as que são homogêneas de preferência escolhidas. Desta maneira as linhagens de boa aptidão a alopoliploidia, interessantes para facilitar a produção das sementes híbridas, são excluídas sistematicamente.

No início para preparar um programa arroz híbrido é indispensável dispor de um germoplasma importante e geralmente não existe outras soluções que utilizar o germoplasma procedente de um programa convencional. Contudo, muito rapidamente, há divergência na maneira de conduzir esse germoplasma, as pontes entre programa convencional e programa híbrido vão diminuir e os germoplasmas conhecerão evoluções muito diferentes. Para citar um único aspecto um programa convencional trabalha com um único grupo de germoplasma enquanto que um programa arroz híbrido deve rapidamente se organizar para trabalhar conjuntamente com dois grupos de germoplasma complementares (um destinado à fabricação das fêmeas e o outro à fabricação do polinizador).

Os híbridos são unicamente interessantes para as zonas de produtividade elevada

É comum pensar que, pelo facto das sementes ter um preço alto, os híbridos são unicamente destinados às zonas de cultura onde os rendimentos são já muito elevados. Aquilo é uma má análise. Em ambientes perfeitamente controlados atualmente é ainda difícil para os híbridos superar as variedades convencionais que, desde décadas, são especificamente selecionadas para esse ambiente. A superioridade dos híbridos nesse tipo de ambiente otimizado chegará, mas necessitará um certo tempo. Em contrapartida, em ambientes instáveis mal controlados apresentando limitações diversas (solo, clima fito) os híbridos são claramente mais produtivos porque muito mais estáveis. Se o potencial de rendimento é um elemento importante dos híbridos a estabilidade é ainda mais importante.

Preço muito elevado das sementes

É certo, atualmente o preço das sementes híbridas é muito elevado (de maneira geral um custo há da ordem de 1t de grão). O que significa que o híbrido tem que produzir mais de 1 t/ha em relação a uma variedade convencional conduzida em condições comparáveis.

Porque um preço tão elevado? Os custos de condução de um programa arroz híbrido são bem mais importantes que os custos de um programa convencional e esses custos, naturalmente, devem se traduzir no preço das sementes. Contudo, tendo a garantia de vender sementes a cada ciclo esse argumento não é suficiente para justificar o preço das sementes. Atualmente a grande dificuldade, e consequentemente o justificante para um custo elevado das sementes, reside nas dificuldades para produzir essas sementes. Os custos de produção das sementes são elevados porque o preço das sementes do parente fêmea é muito elevada (100 à 200 US\$/kg), os rendimentos muito baixos e os riscos ainda elevados.

Esta situação vai certamente evoluir. Por um lado a experiência permite progredir, mas também a utilização de linhagens polinizadoras e fêmeas selecionadas para alogamia deveria facilitar a produção de sementes. O arroz é uma planta autógama e a seleção convencional tende a reforçar essa autogamia. Contudo constatamos que, no grupo *O. Sativa*, os genes favoráveis a alogamia continuam de existir, os antepassados do arroz cultivado são plantas alogamas, e que é suficiente agrupar e reorganiza-los para ter uma volta importante e rápido a alogamia. A utilização de populações em segregação para uma andro-esterilidade conduzidas sob esquemas de seleção recorrente é um instrumento potente para reencontrar a alogamia.

O sistema atual de produção de sementes, onde são alternadas bandas da fêmea e do polinizador, não é talvez o modelo ideal para a produção de sementes nas autógamas. À imagem do que foi realizado na Europa por Sygenta com a cevada, uma cereal autógama como o arroz, um sistema de produção com plantio misturado dos parentes e a comercialização da mistura, sementes híbridas sementes do polinizador, poderia permitir uma redução importante dos custos de produção. Para aquilo, as regras de pureza de sementes deverão ser adaptadas como é o caso na Europa onde a pureza exigida para as sementes híbridas de trigo, de cevadas ou de arroz é apenas de 90%. Devido a forte vigor inicial das plantas híbridas, geralmente as plantas do polinizador desaparecem permanecendo unicamente as plantas híbridas.

Ao final o preço das sementes deve ser visto globalmente. As sementes devem trazer um progresso genético ao agricultor, um progresso técnico pela qualidade das sementes e pela tecnologia que poderá ser ligada às sementes tendo em conta as baixas quantidades utilizadas. O importante é que o agricultor, o obtentor e a sociedade em geral todos ganham.

O risco está na formação de um monopólio da produção e comercialização das sementes híbridas. O papel dos organismos públicos será assegurar a emergência de novos obtentores. Aquilo permitirá um controlo dos preços mas sobretudo, o que talvez é mais importante, uma diversidade genética amplia das variedades o que é indispensável para uma agricultura sã e equilibrada.

Obrigação de renovar as sementes a cada ano

O híbrido obriga o agricultor a comprar sementes a cada ciclo. No caso de uma agricultura moderna as atividades de produção de sementes que pedem, mesmo para as variedades convencionais, uma tecnologia específica, são separadas das atividades de produção de grão e o agricultor compra sementes regularmente. A utilização de sementes certificadas de boa qualidade é uma garantia de bons resultados.

Poder reutilizar o grão como semente é um mal necessário se não existir estrutura de produção e distribuição de sementes.

Os híbridos seriam mais sensíveis às doenças

Aquilo pode ser verdadeiro para os primeiros híbridos, é necessário que os programas de seleção organizam-se e estruturam-se. Em médio prazo o híbrido deveria permitir a obtenção mais rápida de variedades resistentes porque é mais fácil e mais rápido acumular genes de resistência em híbridos que em variedades.

Por essa razão no futuro os híbridos serão certamente mais resistentes às doenças. Além de a heterose poder melhorar o nível geral da resistência, a acumulação de genes de resistência será mais rápida para os híbridos.

Em alguns casos os híbridos parecem mais resistentes aos parasitas que as linhagens. E o que estamos observando em Colômbia para a bactéria Burkholderia. Contudo é difícil afirmar que essa tolerância é uma consequência da estrutura híbrida, da utilização de sementes de qualidade ou ainda duma condução da cultura diferente (plantio de baixa densidade).

QUAL FUTURO PARA O ARROZ HÍBRIDO?

Que sejam para os obtentores, os produtores de sementes ou os agricultores os primeiros passos são certamente os mais difíceis. É para todos uma nova tecnologia que precisa dominar. Historicamente a implantação do milho híbrido teve também, aos seus inícios, dificuldades: os híbridos não eram sempre mais produtivos que as variedades população e a produção das sementes apresentavam numerosos problemas. Hoje ninguém duvida da superioridade dos híbridos sobre as variedades população.

Nas Américas o maior obstáculo para a expansão dos híbridos é a produção das sementes. Algumas pistas são abertas para resolver esse problema: seleção de linhagens parentais mais alogamas, diminuição das densidades de semeio, mudança radical das técnicas de produção de sementes. Os principais esforços de investigação devem atualmente concentrar-se sobre esse aspecto.

Outro aspecto chave para os híbridos tornar-se uma solução durável é organizar, estruturar os programas de melhoramento em volta de grupos heteróticos de maneira totalmente independente dos programas convencionais. A crença que um bom programa de melhoramento convencional é a base para o sucesso dum programa híbrida é totalmente errônea. Essa crença levou provavelmente a um atraso no desenvolvimento dos híbridos. Duas estratégias são atualmente utilizadas para ter grupos heteróticos: descobrir no germoplasma mundial grupos heteróticos ou, como escolhido pelo Cirad e seus parceiros (Embrapa, El Aceituno, Limagrain), criar diretamente grupos heteróticos praticando seleção recorrente recíproca.

AGRADECIMENTOS

Essa reflexão foi conduzida com a ajuda da empresa Colombiana Cultivos y Semillas El Aceituno Ltda.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Devlin Kuyek. **Hybrid rice in asia an unfolding threat**. Disponível em : <https://www.grain.org/article/entries/34-hybrid-rice-in-asia-an-unfolding-threat>. Acesso em : 08 julho 2015.
- Gallais A., **Comprendre l'amélioration des plantes. Enjeux, méthodes, objectifs et critères de sélection**. Editions Quae c/o Inra, RD 10 , 78026 VERSAILLES CEDEX , 2015.
- Horst Longin C. F. et al. **Hybrid breeding in autogamous cereals**. Theor Appl Genet, n.125, p.1087-1096, 2012.
- Jones JW. **Hybrid vigor in rice**. J Am Soc Agron, n.18, p.423-428, 1926.
- Xie F. et al. **Determination of heterotic groups for tropical Indica hybrid rice germplasm**. Theor Appl Genet, n.127, p.407-417, 2013.

GD ARROZ: PROGRAMA BASEADO EM GRAUS-DIA COMO SUPORTE AO PLANEJAMENTO E À TOMADA DE DECISÃO NO MANEJO DO ARROZ IRRIGADO

Silvio Steinmetz¹; Santiago Vianna Cuadra²; Cristóvão Basílio Pereira³; Emerson Langie dos Santos⁴; Ivan Rodrigues de Almeida⁵

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., soma térmica, estádios de desenvolvimento da planta

INTRODUÇÃO

Embora os níveis de produtividade do arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul, maior produtor nacional de arroz, sejam relativamente altos (acima de 7 t ha^{-1}), acredita-se que esses possam ser ainda maiores, se forem melhorados alguns aspectos relacionados com o manejo da cultura. Além da produtividade, também devem ser considerados aspectos relacionados com a sustentabilidade da lavoura. Para isso, é importante realizar as práticas de manejo na época mais apropriada, considerando a data de ocorrência dos distintos estádios de desenvolvimento da planta.

Dentre esses estádios, destacam-se o de quatro folhas (V4) - primeira adubação nitrogenada em cobertura e entrada definitiva da água de irrigação; diferenciação da panícula (R1) - segunda adubação nitrogenada em cobertura; da emissão da folha bandeira ou emborrachamento (R2) ao início de floração (R4) - elevação do nível da água para diminuir o efeito do frio e aplicação de fungicida para controle de brusone; início de maturação (R8) - indicativo de aproximação da colheita, e maturação completa (R9) - indicativo da época de colheita, que pode ser feita nesse estágio ou um pouco antes (COUNCE et al., 2000; SOSBAI, 2007; 2014).

O problema é que a ocorrência desses estádios e, em especial o de diferenciação da panícula (R1), é muito variável, por ser dependente da temperatura (STANSEL, 1975). Por isso, é preferível expressar-se o estágio R1 e os demais estádios de desenvolvimento da planta em dias, porém estimado por meio de graus-dia (GD), ou soma térmica, do que em número de dias do calendário (STRECK et al., 2006; STEINMETZ et al., 2010).

Baseando-se nesse princípio, Steinmetz et al. (2013a) estimaram a data de ocorrência dos principais estádios de desenvolvimento da planta de arroz, para seis subgrupos de cultivares, em 17 localidades do Rio Grande do Sul (RS), usando séries históricas (30 anos) de temperatura média diária do ar (T_m) e, posteriormente, validaram essas informações para o estágio R1, com dados obtidos em condições de lavoura no RS (STEINMETZ et al., 2013b), e para os demais estádios, com informações de três locais com características contrastantes de T_m (STEINMETZ et al., 2015).

Em função do exposto, deduz-se que além das datas estimadas dos principais estádios de desenvolvimento da planta, baseadas nas séries históricas de T_m , é importante disponibilizar ao produtor informações sobre como essas estimativas são afetadas pela T_m do ano da safra. Além disso, é importante dispor-se de um programa, disponível na *internet*, em que o produtor, ou o agente de assistência técnica que o orienta, possa acompanhar a evolução dessas estimativas em função das características da(s) sua(s) lavoura(s), tais como, localização, data(s) de emergência e cultivar(es) utilizada(s).

Na palestra serão mostrados os fundamentos e a forma de utilização de um programa operacional, baseado em graus-dia, para estimar a data de ocorrência dos principais

¹ Eng. Agrôn., Doutor, Embrapa Clima Temperado, BR 392 km 78, 96010-971 Pelotas, RS, e-mail.

Silvio.steinmetz@embrapa.br

² Meteorologista, Doutor, Embrapa Clima Temperado/Embrapa Informática Agropecuária.

³ Analista de Sistemas, Pós-Graduado, Embrapa Clima Temperado.

⁴ Cientista da Computação, Pós-Graduado, Embrapa Clima Temperado.

⁵ Cientista da Computação, Pós-Graduado, Embrapa Clima Temperado.

estádios de desenvolvimento da planta de arroz, visando otimizar as práticas de manejo a serem executadas na lavoura.

FUNDAMENTOS DO PROGRAMA

O programa (disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/agromet>), utilizou as mesmas séries de dados de temperatura do ar e os mesmos parâmetros, critérios e subgrupos de cultivares utilizados por Steinmetz et al (2013a), mas incorporando o subgrupo 7, envolvendo as cultivares de ciclo tardio. Entretanto, ao invés do *Visual Basic for Applications* (VBA), usado dentro da planilha Excel, as equações foram escritas em um programa numérico, na linguagem FORTRAN, possibilitando a computação automática do número de dias transcorridos entre a emergência e cada um dos seis estádios, assim como a provável data de ocorrência do referido estádio.

O programa considera como informações de entrada a série histórica (30 anos) das temperaturas máximas e mínimas diárias do ar, assim como as temperaturas da safra do ano corrente, como descrito a seguir. As exigências térmicas para atingir cada um dos seis estádios de desenvolvimento da planta, são as indicadas em Steinmetz et al. (2013a).

Aos dados obtidos, relativos à duração média (30 anos) do período da emergência a cada um dos seis estádios, aplicaram-se equações de regressão geradas no processo de validação do método de graus-dia (STEINMETZ et al., 2015).

Os dados relativos ao ano da safra foram calculados, para cada um dos sete subgrupos de cultivares, usando-se as exigências térmicas médias dos subgrupos indicadas em Steinmetz et al. (2013a). Entretanto, neste caso, utilizaram-se os dados diários de T_m repassados, diariamente, pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Os valores do número de dias da emergência até cada um dos seis estádios e a respectiva data de ocorrência desses estádios, no ano da safra, assim como do desvio (dias) entre os períodos calculados com a T_m diária do ano da safra e a T_m diária da média dos anos (30 anos), são atualizadas diariamente através da computação automática pelo programa, em função dos dados recebidos do INMET. O programa recalcula diariamente os referidos valores, em função dos dados diários recebidos que substituem os dados históricos conforme a data corrente. O número de dias da temperatura média diária do ano corrente utilizado varia de zero, quando a data da consulta é anterior ou igual à data da emergência selecionada (i.e, ainda não há observações para a safra corrente), ao número total de dias entre a emergência e cada um dos seis estádios, quão mais próxima a consulta é feita da data prevista de ocorrência do referido estádio. Finalmente, o programa atualiza automaticamente os valores armazenados no banco de dados que alimenta a página *web*.

UTILIZAÇÃO DO PROGRAMA

Para utilizar o programa, deve-se acessar a página web do Laboratório de Agrometeorologia da Embrapa Clima Temperado, no seguinte endereço: <http://www.cpact.embrapa.br/agromet> e selecionar “Graus-dia (Arroz)”. Para obter a informação desejada, o usuário necessita fornecer algumas informações da lavoura de arroz, como descrito a seguir:

Informações de entrada no programa

1. Localidade

Selecione uma das seguintes 17 localidades: Alegrete; Bagé; Cachoeirinha; Capão do Leão (Pelotas); Eldorado do Sul (Guaíba); Encruzilhada do Sul; Maquíné (Osório); Quaraí; Rio Grande; Santa Maria; Santana do Livramento; Santa Vitória do Palmar; São Borja; São Gabriel; Taquari; Torres ou Uruguaiana.

Caso a sua localidade não seja uma dessas 17, selecione a que for mais próxima, ou a que, pela sua experiência, apresente características de temperatura do ar semelhantes a da

localidade desejada.

As 17 localidades indicadas são as que dispunham de séries longas de dados diários de temperatura média do ar (Tm), sendo que, para a maioria delas, foram usadas séries de 30 anos (1976-2005).

2. Subgrupo

Selecione um dos sete subgrupos de duração do ciclo biológico, no qual se enquadra a cultivar a ser utilizada. Os subgrupos e o ciclo das cultivares (da emergência à maturação) em cada subgrupo são os seguintes:

- 1-Muito Precoce 1 (MP1) (<100 dias)
- 2-Muito Precoce 2 (MP) (100-105 dias)
- 3-Precoce 1 (P1) (106-110 dias)
- 4-Precoce 2 (P2) (111-120 dias)
- 5-Médio 1 (M1) (121-130 dias)
- 6-Médio 2 (M2) (131-135 dias)
- 7-Tardio (T) (136-150 dias)

3. Cultivar

Selecione a cultivar a ser utilizada. A relação das cultivares incluídas em cada subgrupo, bem como o seu ciclo médio e a soma térmica necessária para atingir cada um dos seis estádios estão indicadas em Steinmetz et al. (2013a, 2014). Deve-se ressaltar que a data de um determinado estágio, de uma cultivar qualquer, é estimada para o subgrupo a que ela pertence e não para a cultivar propriamente dita. Entretanto, pelo fato de as cultivares terem sido enquadradas em sete subgrupos, a data de um estágio qualquer, de um determinado subgrupo, é muito próxima da que seria esperada para qualquer uma das cultivares pertencentes ao subgrupo.

4. Estádio

Selecione um dos seis estádios de desenvolvimento da planta, segundo a escala de Counce et al. (2000), indicados a seguir:

- V4 – Planta com 4 folhas
- R1 – Diferenciação da panícula
- R2 – Emborrachamento
- R4 – Início da floração
- R8 – Início da maturação
- R9 – Maturação completa

5. Data de emergência

Selecione a data da emergência, disponível para o período de 1º de setembro a 31 de dezembro. Considere a data de 50% de emergência, ou seja, quando cerca de 50% das plântulas da lavoura tenham emergido (plântulas até 2 cm de altura).

Informações de saída do programa

1. Consulta por localidades

Para exemplificar, selecionaram-se as seguintes variáveis: Localidade: Santa Maria; Subgrupo: 4-Precoce 2 (111-120 dias); Cultivar: 7-BRS Pampa; Estádio: R2 – Emborrachamento; Data de emergência: 15/10. Após preencher os campos indicados, selecione **"Consulta por localidades"**.

Os primeiros quatro campos repetem as informações de entrada selecionadas. Em **"Média (30 anos)"**, o campo **"Nº dias (E-R2)"** indica que essa cultivar, da mesma forma que as demais cultivares do subgrupo precoce 2, na média de trinta anos de dados diários de Tm, necessitou de 80 dias após a emergência para atingir o estágio de

emborrachamento. O campo **“Data (R2)”** indica que 80 dias após a emergência (15/10) corresponde ao dia 03/01. Isso indica a data média em que o estádio R2 ocorreu nesses trinta anos.

Em **“Safra”**, utilizando os dados e Tm da safra 2014/2015, o campo **“Nº dias (E-R2)”** indica que essa cultivar, necessitou 76 dias após a emergência para atingir o emborrachamento. Consequentemente, o campo **“Data (R2)”** indica que 76 dias após a emergência (15/10) corresponde ao dia 30/12, mostrando, portanto, que houve uma antecipação em 4 dias da data média de 30 anos, como indicado no campo **“Desvio da média (dias)”**. Isso significa que, no período compreendido entre 15/10 (emergência) até que se atinja a soma térmica necessária para a ocorrência do estádio R2, da safra em questão, a temperatura média do ar (Tm) foi mais alta do que a Tm da média histórica (30 anos). Esses valores poderão ser ligeiramente modificados quando forem introduzidas no programa as equações oriundas do processo de validação do método, obtidas por Steinmetz et al. (2015).

Logo abaixo das informações de saída do programa encontra-se um diagrama esquemático dos principais estádios de desenvolvimento da planta de arroz (escala de Counce et al., 2000), ressaltando o estádio que está sendo consultado. Destaque especial é dado para o estádio de diferenciação da panícula (DP ou R1). Ao clicar-se sobre a imagem ilustrativa da DP no colmo principal da planta de arroz (área sombreada) será exibida uma imagem ampliada, permitindo identificar, mais detalhadamente, esse estádio da planta.

2. Consulta por mapas

Outra possibilidade oferecida pelo programa é visualizar, na forma de mapas, a espacialização da informação gerada. Os mapas disponíveis foram derivados da interpolação de um modelo do relevo do estado do Rio Grande do Sul e do número de dias entre a emergência e cada um dos seis estádios, nas dezessete localidades em que esses parâmetros foram estimados pelo método de graus-dia. Essa interpolação foi obtida por meio do resultado de técnicas estatísticas de regressão múltipla que geraram equações para cada decêndio de data de emergência, desde o 1º decêndio de setembro até o 2º decêndio de dezembro, aplicadas então ao modelo espacial. Ao todo foram gerados 539 mapas representativos dos sete subgrupos de maturação e das onze datas de emergência.

A informação disponibilizada nos mapas refere-se a classes de **“Nº dias (E-estádio)”** para períodos de emergência de 10 dias, na média de 30 anos, considerando-se o valor intermediário do decêndio. Assim, o mapa do 1º decêndio de outubro, refere-se à emergência do dia 5 de outubro, o mapa do 2º decêndio de outubro refere-se à emergência do dia 15 de outubro, e assim por diante.

Após preencher os campos indicados, selecione **“Consulta por mapas”**. Essa consulta por mapas tem a finalidade de indicar ao usuário as informações geradas pelo programa, não apenas para a localidade selecionada, mas também para as localidades/municípios no seu entorno e, principalmente, para as que não dispõem de séries de dados meteorológicos como os das 17 localidades usadas neste trabalho.

3. Práticas de manejo

Logo abaixo da ilustração sobre os estádios de desenvolvimento da planta estão indicadas as principais práticas de manejo recomendadas pela Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado (SOSBAI, 2007; 2014) associadas a cada um dos seis estádios de desenvolvimento da planta. Assim, por exemplo, as práticas de manejo associadas ao estádio R2 (emborrachamento) são **“controle da brusone”**, recomendada para ser feita entre os estádios R2 e R4 (início da floração) e **“elevação do nível da água”**, entre R2 e R4, em regiões/períodos com chances de ocorrência de baixas temperaturas do ar ($\leq 17^{\circ}\text{C}$). Ressalta-se, que essas práticas de manejo, bem como os períodos mais indicados, são apenas sugestões da SOSBAI. A necessidade ou não de utilizá-las deverá ser tomada pelo produtor ou em conjunto com o agente de assistência técnica que o orienta.

Recomendação

Considerando-se que a data de ocorrência de cada um dos seis estádios pode ser influenciada por outros fatores (STEINMETZ et al., 2013a), recomenda-se que os usuários, ou os produtores propriamente ditos, utilizem as informações geradas por este programa como uma ferramenta complementar, e não única, para o planejamento e a tomada de decisão quanto ao momento de efetuar as práticas de manejo indicadas no programa.

A Embrapa Clima Temperado, em parceria com a Embrapa Informática Agropecuária, está trabalhando no sentido de disponibilizar, tão logo seja possível, um aplicativo para plataformas móveis.

INSTITUIÇÕES/PESSOAS ENVOLVIDAS E AGRADECIMENTOS

As instituições envolvidas nas diferentes etapas de desenvolvimento deste programa foram a Embrapa Clima Temperado, o Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET/8º DISME) e a Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO). Mais recentemente, a Embrapa Informática Agropecuária, por intermédio de Luciano V. Koenigkan e Luciana A. S. Romani, incorporou-se à equipe, auxiliando no desenvolvimento de um aplicativo para plataformas móveis.

Os autores agradecem à FEPAGRO e ao INMET/8º DISME, pela cedência dos dados meteorológicos históricos utilizados neste trabalho, e ao INMET, pelo repasse dos dados do ano da safra. Agradecimentos especiais são feitos às seguintes pessoas: Bernadete Radin e Ronaldo Matzenauer (Fepagro); Solismar Damé Prestes (INMET/8º DISME); Antonio Divino Moura (Diretor do INMET).

Os autores agradecem, também, aos pesquisadores/extensionistas/estagiários do IRGA, que tiveram um papel de destaque no processo de validação do método de graus-dia, especialmente para o estádio de diferenciação da panícula (DP ou R1), tais como: Sérgio G. Lopes, Glênio L. N. Picada, Hermínio M. Gadea, Vera M. P. Borges, Luciano C. Hanemann, Gustavo C. Hernandez Cláudio C. Pereira, Thais F. S. de Freitas, Augusto Kalsing, Sintia da C. Trojan, Gleison F. Leonetti, Marcos V. P. Alves e Joaquim F. Rodrigues. Outras pessoas, de outras instituições, como Marcelo Pilon (Embrapa Pecuária Sul) e Alexandre N. Deibler (Urcamp/Bagé), também colaboraram na validação do método de graus-dia.

Agradecimentos também são dirigidos a todos os produtores indicados em Steinmetz et al. (2013b), que fizeram ou que possibilitaram que as observações fossem feitas nas suas lavouras. Desses produtores, destacamos aqueles que há mais tempo estão colaborando nesse processo de validação do método de graus-dia, tais como: Valter J. Pötter, Gabriela H. Pötter e Raquel H. P. Guindani - Estância Guatambu (Dom Pedrito); Luiz O. Rechsteiner Filho e Luiz F. Rechsteiner - Estância da Várzea (Pelotas); Carlos A. Iribarrem (Capão do Leão); Paulo R. Hadler e Germano Hadler - Hadler & Hasse (Capão do Leão); Rubimar Leitzke e Diego Herrmann - Granja Bretanhas S/A (Jaguarão).

Por último, os autores agradecem às pessoas da Embrapa Clima Temperado (pesquisadores/assistentes/estagiários) que, de uma ou outra forma, contribuíram na obtenção dos dados disponibilizados por este programa, tais como: Ariano M. de Magalhães Júnior, Paulo R. R. Fagundes, Walkyria B. Scivittaro, José A. Petrini, Alcides C. M. Severo, Roni F. Kaster, Denise D. Santos, Douglas A. Bermudes, Matheus F. da Silva, Anderson B. Schneider, Igor N. Schneid, Jackson B. A. Pintanel, Luciano C. Rodrigues, Ângelo D. Mendonça, Jéssica A. de Abreu.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 2, p. 436-443, Mar./Apr. 2000.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Pelotas, 2007.154 p.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado:** recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Bento Gonçalves, 2014. 192 p.

STANSEL, J. W. The rice plant: its development and yield. In: SIX decades of rice research in Texas. Beaumont: Texas Agricultural Experiment Station, 1975. p. 9-21.

STEINMETZ, S. et al. **Uso de graus-dia para estimar a data de diferenciação da panícula (DP) de seis subgrupos de cultivares de arroz irrigado visando à adubação nitrogenada em cobertura no Rio Grande do Sul.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 75p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 121).

STEINMETZ, S. et al. **Uso do método de graus-dia para estimar a data de ocorrência dos principais estádios de desenvolvimento de subgrupos de cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013a. Partes 1 e 2 (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 205 – no prelo).

STEINMETZ, S. et al. **Validação do método de graus-dia para estimar a data de diferenciação da panícula de cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013b. 38p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 197).

STEINMETZ, S. et al. **GD Arroz: programa baseado em graus-dia para estimar a data de diferenciação da panícula visando a adubação nitrogenada em cobertura.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014. 12p. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 155).

STEINMETZ et al. Validação do método de graus-dia para estimar a data de ocorrência dos principais estádios de desenvolvimento de cultivares de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 9, 2015, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015 (no prelo).

STRECK, N. A. et al. Avaliação da resposta ao fotoperíodo em genótipos de arroz irrigado. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 4, p. 533-541, 2006.

PÓS-COLHEITA, INDUSTRIALIZAÇÃO E QUALIDADE DO ARROZ: EVOLUÇÃO E DESAFIOS

Moacir Cardoso Elias¹; Maurício de Oliveira²; Nathan Levien Vanier³

Palavras-chave: *Oryza sativa*, armazenamento, beneficiamento industrial.

1. INTRODUÇÃO

Autossuficiente em relação às necessidades de consumo de arroz, e ainda exportando uma parte do que é produzido, o Brasil é o maior produtor dentre os países não asiáticos, e por consequência disso deve ser cada vez mais vigilante em tudo o que respeita à atividade orizícola, com olhar especial nos aspectos vinculados à qualidade.

Estrutura e propriedades específicas do grão impedem que o arroz possa ser consumido tal qual a natureza o produz, e isso faz com que a cadeia produtiva desse cereal tenha características próprias e muito diferentes do que ocorre com outros grãos, ou seja, para ser consumido ou usado de outras formas deve necessariamente ser submetidos à industrialização, e antes dessa deve ser conservado em condições adequadas. Produção, armazenamento, agroindustrialização, distribuição e consumo constituem os principais componentes da cadeia produtiva do cereal, com efeitos decisivos nos preços de mercado.

Na economia clássica os setores são classificados em primário, secundário e terciário, respectivamente para produção, transformação ou industrialização e serviços, mas essa visão evoluiu para concepção atual de cadeias produtivas, integradas e interdependentes, no complexo denominado agronegócio. Ao se considerar as jazidas de onde são extraídos alguns dos insumos como o início das cadeias agrícolas, seu final pode ser localizado no consumidor, ou mais precisamente em sua nutrição e em sua saúde, envolvendo, portanto todos os segmentos ou elos. Nessa situação, nunca é demais lembrar, porém, que uma cadeia tem a força do elo mais fraco, e o elo mais débil da cadeia orizícola ainda é a falta de uniformidade setorial do que significa cadeia, e isso pode comprometer um dos componentes mais importantes de sua sustentabilidade: a qualidade.

Para o produtor, o armazenista, o industrialista e para o mercadista arroz é negócio, mas para o consumidor arroz é alimento. É urgente toda a cadeia tratar o grão como alimento, especialmente em aspectos estruturais e tecnológicos interferentes na qualidade e na agregação de valor, um fator diferencial de custos e preços no mercado. É momento, portanto, de adequações conceituais em favor de novas e mais promissoras perspectivas.

Ao longo do tempo, as atividades na agroindústria de alimentos têm sofrido substanciais modificações, visando um mercado cada vez mais exigente e informado. Os maiores avanços se destacam na concepção e na aplicação de boas práticas de fabricação, análise de perigos e pontos críticos de controle, critérios na seleção de matéria-prima, rastreabilidade e diversificação, nichos de mercado e aumentos de valor agregado.

Esses fatos são importantes por interferirem nos sistemas de gestão de segurança alimentar e de alimentos seguros, os quais se baseiam em controles de diversas etapas da produção de alimentos, com análises inclusive dos perigos potenciais à saúde dos consumidores, seu controle, e também na preservação de suas propriedades tecnológicas, determinantes para diversificação industrial e competitividade comercial.

Neste texto são abordados aspectos científicos e tecnológicos envolvidos na pós-colheita e na industrialização de arroz para consumo na forma de grãos, de produtos alimentícios derivados de grãos e destinados à produção de energia e outros fins, na expectativa dos autores de poderem contribuir com o setor na busca de melhorias. Afinal, arroz é alimento, e dos bons, para a quase totalidade dos brasileiros, por questões culturais e pelos benefícios que seu consumo traz para a nutrição e a saúde das pessoas.

¹ Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Titular, Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Campus Universitário da UFPEL, Capão do Leão, RS, CEP 96.010-900, eliasmc@uol.com.br.

² Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Adjunto, Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas

2. FATORES INTERFERENTES NO MANEJO DA QUALIDADE NA PÓS-COLHEITA

A qualidade dos grãos é definida por um conjunto de atributos que o caracterizam, e que permitem diferenciar um lote de outro e que determinam o grau de aceitação do comprador. Esta definição ocorre em função de como o consumidor interpreta a melhor ou menor qualidade do grão para o uso a que ele se destina, e isso depende da cultura e das preferências do coletivo.

A escolha de um alimento pelo consumidor e a percepção de sua qualidade são questões muito complexas, geralmente condicionadas a vários fatores como propriedades físico-químicas, nutricionais, funcionais, tecnológicas, sensoriais e de segurança sanitária. Além das características intrínsecas, também valores culturais e de hábitos de consumo interferem na escolha do alimento, juntamente com aspectos relacionados ao comércio.

As propriedades mais desejáveis apresentadas pelos grãos para atender às exigências de conservação, industrialização e consumo podem ser sistematizadas nos seguintes parâmetros: poucas impurezas e matérias estranhas, umidade baixa e uniforme, baixa suscetibilidade à quebra, baixa incidência de defeitos, alto peso específico (peso volumétrico), boa conservabilidade, baixa contaminação por pragas e microrganismos, ausência de substâncias tóxicas, bom aspecto visual e alto valor nutricional.

Os principais fatores que influenciam na qualidade dos grãos podem ser sintetizados como características genotípicas e condições edafoclimáticas, condições fitossanitárias e de manejo agrônomo de produção, época e condição de colheita, condições e métodos de secagem, sistema de armazenamento, métodos de conservação e processo de industrialização, pois eles se expressam em características desejáveis pelo consumidor, como "vida na prateleira", comportamento na cocção e atributos sensoriais, valor nutracêutico, teores e natureza de compostos bioativos. Além de multifatorial, portanto, a qualidade resulta de complexas interações e todas contribuem para o valor do produto, diferenciando os nichos de mercado das *commodities*.

O valor comercial do arroz é fator decisivo na sustentabilidade da cadeia produtiva, por isso a busca de um melhor preço está sempre presente em todos os componentes da cadeia, a começar pelo produtor, que em geral faz uma associação que pensa ser linear entre preço e tipo comercial. Entretanto, diferentemente do que pensam muitos produtores, o que define o tipo na hora de comercializar o arroz em casca não é o percentual de grãos inteiros, mas a incidência e a natureza dos defeitos, embora os percentuais de grãos inteiros e quebrados possam ser decisivos na definição dos preços.

Após a maturação fisiológica, a colheita dos grãos deve ser realizada tão logo seja possível operacionalizar. Assim como a antecipação, também o retardamento da colheita de arroz resulta em grãos com menores rendimentos de inteiros e maiores incidências de alguns defeitos de classificação, o que reduz sua tipificação, sua conservabilidade e seu valor no mercado. Há uma lógica sequencial: os grãos estão maduros – colhe; estão colhidos – seca; estão secos – armazena; estão armazenados – conserva.

As operações de pré-armazenamento incluem colheita, transporte, recepção, pré-limpeza, secagem, limpeza e/ou seleção e expurgo preliminar. Nem sempre é necessária a realização de todas as operações. Pré-limpeza e secagem são, geralmente, compulsórias.

Mais de dois terços da produção brasileira de arroz são produzidos em sistema irrigado de elevada tecnologia, em menos de um terço da área cultivada, com grande predominância do sul do país, em lavouras do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Na região, o arroz representa a cadeia produtiva mais tecnificada, mas mesmo assim, a par das elevadas tecnologias de produção empregadas, as condições climáticas adversas aliadas a falta de tecnologias específicas de conservação e a deficiências quantitativas e qualitativas de estruturas de secagem e armazenamento deficientes provocam elevados índices de perdas de produto, e isso acaba reduzindo nos agricultores o estímulo ao aumento de produção, com diminuição de cuidados com alguns aspectos de qualidade dos produtos oferecidos para a industrialização, com a consequente diminuição de seu valor comercial.

Ao decidir sobre as aplicações dos investimentos, geralmente os produtores acabam optando por aplicarem seus recursos na etapa de produção, deixando de lado a etapa de pós-colheita. Esse procedimento cria um círculo vicioso: por não terem adequadas estruturas de recepção, limpeza, secagem e armazenamento, os agricultores acabam vendendo sua produção na colheita, quando a oferta de produtos é grande e os preços são menores, o que lhes diminui as receitas, também porque não limpando, secando e nem selecionando os grãos, não lhes agregam valor. Por não terem receitas suficientes, em geral não investem em estruturas de pós-colheita na unidade de produção junto à lavoura, e com isso, grande parte do que poderia ser o lucro da atividade acaba indo para terceiros, que assim dominam o mercado, ditando os preços de compra (dos produtores) e de venda (aos consumidores). Por sua vez, tendo que investir expressiva parcela de seu capital em armazenamento, a indústria se vê limitada. Nessa ciranda, perde toda a sociedade.

Ampliação, diversificação e tecnificação da armazenagem têm que ser incentivadas, para qualificar o setor e melhorar a cadeia produtiva do arroz. Nessa ótica, o armazenamento na propriedade rural deve ser visto como uma forma de incrementar as produções agrícolas, por reduzir ou evitar o estrangulamento da comercialização de grãos, possibilitando a regularização dos fluxos de oferta e demanda, com a manutenção de estoques e a racionalização do sistema de transportes, diminuindo os efeitos especulativos.

Para o agricultor, a armazenagem da produção na propriedade pode representar vantagens, como a redução dos custos de transporte, ou de frete, a comercialização do produto em épocas de menor oferta e de maior demanda (entressafra), com melhor remuneração e aproveitamento dos recursos disponíveis na propriedade para a secagem e o armazenamento adequados, bem como a disponibilidade de produtos com mais qualidade. Isso é bom para ele e para toda a cadeia produtiva.

Para o consumidor, um adequado sistema de armazenamento se reflete em menores preços pagos, em consequência das menores perdas que resultam em maior oferta de produtos, e na melhor qualidade desses, em consequência da maior e melhor conservabilidade que a armazenagem adequada pode proporcionar. Havendo maior conscientização da população urbana, que é a imensa maioria dos eleitores, sobre esse fato, menos difícil se torna o estabelecimento de políticas agrícolas mais equilibradas, com criação de programas e destinação de recursos também para a fase de pós-colheita da atividade. A atividade agrícola não termina mais na colheita e a colheita não é mais sinônimo de produto na porteira da propriedade, para quem pratica agricultura de maneira verdadeiramente profissional.

Armazenamento em silos ou em armazéns equipados com eficientes sistemas de termometria, aeração, resfriamento e/ou outros recursos para manutenção de qualidade dos grãos, são as formas mais empregadas por cooperativas, agroindústrias e grandes produtores. Se bem dimensionados e manejados corretamente, esses sistemas podem ser empregados também por médios e pequenos produtores. Em qualquer dos casos, havendo possibilidades de escalonar a secagem para racionalizar o sistema de recepção é uma medida importante porque encurta os tempos de espera nas filas e reduz a ociosidade das estruturas de secagem, dos transportes e de seus reflexos nos fretes.

Num caso ou noutro, não basta guardar os grãos. É preciso conservá-los. E isso exige cuidados, conhecimento, muita dedicação e grande dose de profissionalismo. A capacidade de preservação da qualidade, da sanidade e do valor nutritivo dos grãos, durante o período de armazenagem, não depende só das condições de produção e de colheita, mas do armazenamento e da manutenção das condições adequadas de estocagem do produto.

Os grãos, apesar das características morfológicas que lhes atribui certa resistência, estão sujeitos aos ataques de insetos, ácaros, microrganismos, roedores, pássaros e outros animais, às danificações mecânicas e às alterações metabólicas desde antes do armazenamento. Esse conjunto de fatores indesejáveis provoca perdas quantitativas e/ou qualitativas, pelo consumo de reservas e por modificações na composição química dos grãos, redução do valor nutritivo e desenvolvimento de substâncias tóxicas, com diminuição do valor comercial. Por consequência, pode ser comprometida a utilização do produto para o consumo e, mesmo, para outros usos industriais, caso não sejam adotadas técnicas adequadas e métodos eficientes de conservação.

Nos grãos destinados ao armazenamento, devem ser considerados fatores como integridade biológica, integridade física, estado sanitário, grau de pureza e umidade.

As operações de armazenamento e de manutenção dependem do próprio sistema de conservação, e podem incluir inspeções e monitoramentos, aeração, transilagem, intrassilagem, resfriamento, expurgo, combate a roedores, proteção contra o ataque de pássaros, controle de insetos e retificações da secagem e/ou da limpeza.

Os tipos de manutenção a aplicar, sua periodicidade e sua intensidade ficam na dependência de resultados observados ao longo do período de armazenamento e das medidas de controle de qualidade obtidas em testes. Dentre outros, devem ser considerados parâmetros como variação de umidade relativa e temperatura do ar, umidade e temperatura dos grãos, grau de desenvolvimento de microrganismos, presença de insetos, ácaros, roedores e outros animais, incidência de defeitos e variação de acidez.

A deterioração dos grãos é inexorável e irreversível, depende da temperatura, das variações no teor de água e do ataque de pragas e microrganismos. Como a condutibilidade térmica dos grãos, o calor se acumula na massa, aumentando a temperatura e intensificando as reações metabólicas no ecossistema de armazenamento. Mesmo não sendo eliminadas, elas podem ser atenuadas, por adequados manejos de conservação.

Em geral, os metabolismos paralisam acima de 50-55°C, pela inativação das enzimas, que são substâncias termolábeis, ainda que microrganismos termófilos possam suportar temperaturas mais elevadas, mas também acabam sendo destruídos pelo calor quando ele ultrapassa sua termorresistência. Mesmo após terem desaparecidas todas as formas de vida, com o grande acúmulo de energia liberada no sistema, reações químicas não enzimáticas continuam ocorrendo. Reações exotérmicas, como oxidação de lipídeos, liberam calor para o meio, podendo atingir quantidade que pode chegar à autocombustão, a qual começa com os metabolismos e continua na oxidação não biológica do grão.

O aquecimento produzido pelo processo respiratório dos grãos, associado aos de microrganismos, insetos e ácaros provoca alterações nas dinâmicas metabólicas, que em geral começam com o metabolismo dos grãos, acumulando calor e água, o que estimula, em sequência, o desenvolvimento de microrganismos psicrófilos, mesófilos e termófilos. Insetos e ácaros se desenvolvem na mesma condição ambiental dos mesófilos. Todos esses processos consomem reservas e liberam calor e água, gerando autoaceleração, uma vez que os produtos das reações são aceleradores delas próprias. A aeração altera essa dinâmica ao remover calor e uniformizar a temperatura do sistema.

As alterações que ocorrem durante o armazenamento são refletidas em perdas quantitativas e/ou qualitativas. As quantitativas são as mais facilmente observáveis, refletem o metabolismo dos grãos e/ou organismos associados, resultando na redução do conteúdo da matéria seca dos grãos. Já as qualitativas são devidas, sobretudo, às reações químicas e enzimáticas, à presença de materiais estranhos e ao ataque microbiano, resultando em perdas de valor nutricional, germinativo e comercial, com a possibilidade da formação de substâncias tóxicas, se o processo não for adequadamente conduzido.

A boa conservação de grãos começa na lavoura. O ataque de pragas e de microrganismos, antes da colheita, pode reduzir a conservabilidade durante o armazenamento, mesmo que a limpeza e a secagem sejam bem feitas.

3. INDUSTRIALIZAÇÃO E POSSIBILIDADES DE DIVERSIFICAÇÃO DE PRODUTOS

Por se tratar de grão que não pode ser consumido na forma como a natureza o produz, a industrialização é fundamental para o consumo do arroz, o que não ocorre com muitos dos demais grãos. Embora a maior parte do arroz seja consumida na forma de grãos inteiros, há muitas outras formas de preparo e consumo que a indústria pode oferecer, estimulando o aumento do consumo e agregando valor ao produto. Eis algumas formas.

3.1. Processos convencional e por parboilização

Consumido em todo o mundo, o arroz é uma importante fonte de energia e nutrientes para a população mundial. O cereal é geralmente barato e a fonte mais rica de carboidratos, proteínas, vitaminas e minerais para as populações de mais baixa renda, fazendo do arroz um aliado para a minimização da fome no mundo.

Pesquisas realizadas na UFPEL e em outras instituições nacionais mostram que entre 94 e 96% dos consumidores utilizam arroz em pelo menos uma refeição por semana. Muito mais da metade deles consome arroz no mínimo uma vez por dia. O maior consumo, pouco mais de 70% do total, ainda é de arroz branco polido produzido pelo processo convencional de beneficiamento industrial. Em segundo lugar aparece o arroz parboilizado, cujo consumo se situa entre 22 e 25%, ficando o arroz integral ou esbromado (apenas descascado, sem polimento), que fica entre 3 e 4% do que é consumido no Brasil.

Há basicamente quatro grupos de consumidores no País: a) o naturalista, que prefere arroz integral. É o consumidor típico da cozinha macrobiótica; b) o consumidor de “arroz orgânico”, produzido sem a utilização de agroquímicos (cujo número tem crescido significativamente nos últimos tempos). Esse consumidor exige rastreabilidade e paga por isso. Já há indústrias no País oferecendo esse produto no mercado, tanto na forma de arroz integral, como parboilizado ou branco polido; c) o apreciador da cozinha oriental, que prefere o arroz com alto grau de pegajosidade. Nesse grupo há predominância de preferência pelo arroz branco polido, mas há consumidores desse grupo que procuram o arroz integral; d) o grupo formado pela grande maioria, que prefere arroz polido, soltinho, de coloração clara e, se possível, que possa ser reaquecido sem que perca a maciez original. Para os consumidores deste quarto grupo, são também importantes requisitos de qualidade a ausência de sabor e odor fortes, a rapidez de preparo, o aumento de volume e o ganho de peso na cocção.

A maioria dos consumidores prefere arroz branco polido com alto percentual de remoção de farelo, o que deixa os grãos com alto grau de brancura. O processo de polimento aumenta a conservabilidade do arroz devido à remoção do embrião, rico em lipídeos, e das camadas do farelo da cariopse do arroz. Além disso, o polimento melhora as propriedades sensoriais do arroz, pois a fibra, originalmente distribuída no farelo, é removida. Entretanto, o polimento promove uma diminuição significativa no teor de vitaminas e minerais do arroz, os quais se encontram concentrados no farelo.

A parboilização do arroz tem sido utilizada como uma alternativa para melhorar as propriedades nutricionais do arroz polido e algumas propriedades tecnológicas, como maior teor de grãos inteiros, melhor conservabilidade no armazenamento e maior soltabilidade dos grãos após a cocção. O processo de parboilização consiste em três fases adicionais ao processo de industrialização convencional do arroz, sendo os grãos submetidos às operações de encharcamento, autoclavagem (ou outro método de gelatinização do amido sem uso de vapor, como estufas ou fornos, por exemplo, usado em indústrias de menor porte tecnológico) e secagem antes do descascamento.

Na parboilização, os principais fenômenos que ocorrem são: (1) transferência de constituintes das camadas mais periféricas da cariopse (que são removidas com o farelo no beneficiamento convencional) para as camadas mais internas dos grãos durante a etapa de encharcamento; (2) inativação de enzimas (principalmente lipases), predominantemente encontradas no gérmen e nas demais camadas periféricas que constituem o farelo, durante o tratamento térmico mais intenso; e (3) gelatinização total ou parcial do amido. Embora a parboilização promova benefícios nutricionais e tecnológicos ao arroz, como maior teor de vitaminas, maior estabilidade durante o armazenamento e diminuição no percentual de grãos quebrados após o descascamento e polimento, comparado ao arroz branco polido, alterações na coloração e no sabor podem afetar negativamente a aceitabilidade por uma parcela dos consumidores.

A alteração na cor do arroz durante a parboilização tem sido atribuída a (1) difusão de pigmentos da casca e do farelo, (2) escurecimento não-enzimático do tipo Maillard, e (3) alterações enzimáticas durante o encharcamento. Mais recentemente, foi verificado que a formação de pigmentos escuros em arroz em função das condições de parboilização se deve, principalmente, a reações de Maillard. As reações de Maillard envolvem a reação do grupamento carbonila do açúcar redutor com o grupamento amina dos aminoácidos (principalmente lisina), peptídeos, ou proteínas.

O amido resistente é a fração de amido não digerida no intestino delgado de indivíduos saudáveis, sendo fermentada no intestino grosso. A atuação do amido resistente é similar à

da fibra alimentar, incluindo efeito pré-biótico, atuando no metabolismo lipídico, reduzindo o colesterol e os riscos de colite ulcerativa e de câncer de cólon. O amido resistente, por não ser digerido no intestino delgado, também atua na redução da glicemia pós-prandial.

Estudos mostram que o arroz parboilizado é excelente fonte de carboidratos complexos, possuindo teores significativos de vitaminas do complexo B, F e minerais. Os carboidratos presentes no arroz não têm apenas caráter energético, mas também complexas funções fisiológicas, inclusive em consequência da formação de substâncias com ação semelhante a das fibras, como o amido resistente, que atua na manutenção da glicemia. O arroz parboilizado apresenta menor índice glicêmico do que o arroz branco polido.

Atualmente há intensas atividades de pesquisa na busca de melhorias nos padrões operacionais para maximizar os processos, nas propriedades de cocção e sensoriais para estimular mais o consumo e, principalmente, na elucidação de aspectos vinculados à nutrição e, portanto, à saúde dos consumidores.

2.2. Produção de farinhas, hidrocolóides e ingredientes alimentícios para celíacos

A utilização de grãos quebrados (que têm menor valor comercial) para fabricação de farinha tem sido uma alternativa industrial crescente, porque o arroz apresenta características tecnológicas e culinárias interessantes, como coloração, odor e sabor suaves, hipoalergenicidade e boa capacidade de gelatinização. O fato de quebrar durante alguma etapa do processamento não altera em nada o valor nutritivo do arroz, desde que sejam aproveitados para produção de alimentos apenas os grãos sadios, separados após rigoroso processo de seleção.

É possível agregar valor a essa parte resultante do beneficiamento industrial no atendimento de nichos específicos de mercado, com substituição parcial ou total do trigo, na forma de farinhas mistas com soja, feijão ou de outra fonte, na fabricação de pães, massas alimentícias, fabricação de embutidos cárneos, espessantes para sopas, mingaus, pudins e outras sobremesas, por exemplo.

Como há pessoas que apresentam intolerância ao glúten, que é formado por proteínas encontradas no trigo e em outros cereais, o tratamento dessa doença envolve a difícil exclusão da dieta de alimentos que contenham glúten. A farinha de arroz tem demonstrado ser um bom substituto na obtenção de diferentes produtos, mesmo que para isso tenha que sofrer modificações tecnológicas e necessidade de adequações de processo para atender à área de panificação, principalmente porque os consumidores são habituados com produtos resultantes de farinhas que apresentam propriedades como capacidade de absorção de água, coesividade, viscosidade e elasticidade à massa, típicas da ação das proteínas do glúten, que o arroz não tem.

Para melhorar características como expansão da massa (crescimento) e aproximar das características obtidas com farinhas de trigo, há recursos como utilização de gomas, como xantana, hidroxipropilmetilcelulose, carboximetilcelulose, goma locusta, goma guar, carragena, ágar e outras, ampliando sua utilização industrial, não somente na panificação, mas também na elaboração de outros alimentos ou ingredientes.

Também é possível a produção de farinha modificada de arroz, cujos processos para modificação são classificados em físicos (como os tratamentos térmicos) ou químicos (pela utilização de reagentes específicos), sendo mais preconizados atualmente os processos físicos, que não originam resíduos. Como o amido é quantitativamente o maior constituinte do arroz, a modificação de farinhas afeta basicamente o amido, provocando alterações como comportamento na gelatinização pela possibilidade de realizar o fenômeno a frio, redução da retrogradação e sinérese, aumento da estabilidade ao resfriamento e descongelamento, alterações nas características de cozimento e outras interessantes.

Tratamentos térmicos com baixa umidade e *annealing* reduzem o poder de inchamento e a solubilidade e alteram as propriedades viscoamilográficas do amido de arroz, melhorando as características desejáveis para a produção de massas alimentícias, como adesividade, mastigabilidade e tensão de ruptura, promovendo características de cozimentos com boa aceitabilidade mesmo para quem se habituou ao consumo de massas elaboradas com farinha de trigo. A pré-gelatinização, realizada industrialmente por atomizadores, secagem em rolos ou por extrusão é outra entre as alternativas disponíveis.

Fosfatação, intercruzamento, tratamento com ácido e outros processos permitem a obtenção de farinhas com comportamentos tecnológicos diferenciados, aumentando a gama de utilizações industriais, inclusive na elaboração de produtos cárneos de menor valor calórico pela substituição parcial da gordura.

2.3. Uso do farelo como fonte de proteínas, gorduras, antioxidantes, ração animal e outros produtos

O pericarpo, o germe e parte do endosperma removidos das camadas periféricas do grão durante as operações de brunimento e polimento constituem o farelo, que representa de 7 a 11% do grão na produção de arroz branco ou de 4 a 7% na produção de arroz parboilizado polido. Essas duas formas de beneficiamento representam mais de 90% do arroz consumido no Brasil e a maior parcela do que é exportado industrializado. Esses dados, por si, indicam a enorme disponibilidade de farelo de arroz no país, cujo maior uso ainda é na alimentação animal.

Ocorre que no farelo há elevados teores de carboidratos, proteínas com alto valor biológico, lípidios com predominância de ácidos graxos insaturados, fibra alimentar predominantemente insolúvel, minerais, vitaminas e componentes quantitativamente minoritários, mas importantes bioativos como ácido fítico, esteróis, tocoferóis, com destaque para o gama-oryzanol. Essa constituição, rica e diversificada, faz do farelo uma das melhores matérias-primas para industrialização de produtos derivados do arroz.

Tecnologicamente, uma das grandes dificuldades dos processos convencionais de beneficiamento industrial de arroz branco polido é a conservação do farelo *in natura*, pois as operações de brunimento e polimento desencadeiam a atividade enzimática através do rompimento da parede celular e encontro de enzimas com substratos, fazendo com que lipases e lipoxidases hidrolisem os triglicerídios e oxidem ácidos graxos, aumentando a acidez, agregando odores e sabores rançosos. Isso pode comprometer a utilização do farelo como matéria-prima para extração de óleos comestíveis (aumenta as perdas de refinação) para a alimentação animal e também para o consumo humano, porque as perdas não se limitam a alterações sensorialmente desagradáveis, mas também há perdas de valiosos constituintes, como vitaminas e antioxidantes, e o estímulo à ação de microrganismos micotoxigênicos em curto espaço de tempo. A parboilização, pela estabilidade obtida com a inativação térmica do complexo enzimático, minora o panorama relatado.

O elevado conteúdo de lípidios do farelo de arroz, as dificuldades tecnológicas e operacionais de conservação (cerca de 70% do arroz industrializado no Brasil é branco) e o seu baixo valor comercial tornam o farelo matéria-prima importante para a indústria de óleo.

O farelo de arroz desengordurado é excelente fonte proteica e amplamente utilizado como matéria-prima na formulação de rações animais, mas seu uso deve ser muito bem controlado por profissionais habilitados (Engenheiros Agrônomos, Médicos Veterinários, Zootecnistas – na ordem alfabética das profissões regulamentadas no Brasil com atribuição na área de nutrição e produção animal) principalmente em função de desequilíbrios de fibras solúveis, fitatos e outros constituintes. Maus usos podem provocar diminuição de ingestão e de digestibilidade de nutrientes, menor aproveitamento proteico, de ganho de peso, de taxa de crescimento, de deposição de gordura e de minerais.

2.4. Farelo de arroz na alimentação humana

Sempre há programas governamentais e de esclarecimento dos profissionais da saúde sobre o uso de farelo de arroz na alimentação humana, mas ainda há necessidades de mais estudos específicos para que seu valor biológico não seja avaliado apenas pelos resultados das análises químicas. Pode, além de ser destinado à extração de óleo e de constituintes minoritários, servir como matéria-prima para alimentos processados e produtos extrusados.

As fibras assumem importância no farelo de arroz devido a sua alta capacidade de absorção de água e óleo, o que permite sua utilização como emulsificante no desenvolvimento de grande variedade de produtos industrializados, principalmente de panificação e confeitaria, como estabilizante e emulsificante em molhos prontos, em substituição de gomas comerciais e amidos modificados, o que revela seu valor tecnológico. Nutricionalmente, a ingestão desta fibra é relacionada com a prevenção de doenças

cardiovasculares, diabetes, diverticulose e câncer de cólon. Dietas com hemicelulose proveniente do farelo de arroz aumentam o número de leucócitos e linfócitos no sangue, e estimulam os macrófagos a produzirem interleucinas com atividade tumoricida. Pela parboilização, a formação de amido resistente amplia esses benefícios.

Se conservado de forma inadequada, como ocorre na maioria das situações, o farelo sofre acidificações e oxidações, e está sujeito à propagação de microrganismos e insetos. Aliado a isto, a presença de sílica e de ácido fítico, substâncias questionáveis na dieta, provoca sérios questionamentos e mesmo preconceitos sobre a possibilidade de amplo uso do farelo de arroz para a nutrição humana. Há, no entanto, alternativas para aproveitamento dos nutrientes de interesse do farelo, a partir de seu processamento para obtenção de novos produtos, tais como os concentrados protéicos e o ácido fítico concentrado.

A qualidade da proteína do farelo de arroz só é inferior à da aveia, superando a do trigo e a do milho. Além de hipoalergênica, apresenta alto valor biológico, com quantidades apreciáveis de proteínas, que variam de acordo com tipo de arroz e polimento empregado. Seu alto valor biológico é conferido pelas proporções e quantidades de aminoácidos essenciais e não essenciais. Adicionalmente, a digestibilidade da proteína do farelo de arroz fica em torno de 70%, mas supera 90% quando a fibra alimentar e o ácido fítico são removidos. Além disso, as propriedades funcionais dos concentrados de proteína do farelo de arroz são comparáveis às da caseína, com ausência de efeitos indesejáveis em indivíduos intolerantes ou alérgicos ao glúten.

O ácido fítico (mio-inositol 1,2,3,4,5,6-hexakis [dihidrogênio-fosfato]), um composto com 12 hidrogênios em seis grupos de fosfato, os quais, quando dissociados, expõem cargas negativas para formação de complexos com cátions (K^+ , Mg^{++} , Na^+ , Ca^{++} , Mn^{++} , Zn^{++} , Ba^{++} e Fe^{+++}) e proteínas. Serve como reserva de fósforo e minerais ligados, controle dos níveis de fosfato inorgânico, além de prevenir danos oxidativos.

Fisiologicamente, a formação de complexos com elementos minerais resulta em sais insolúveis de reduzida biodisponibilidade, assim como complexos formados com proteínas e enzimas digestivas reduzem a quantidade de nutrientes assimilados pelo organismo. Este efeito antinutricional é adverso em dietas marginais ou de subsistência, podendo levar a anemia e osteoporose, por interferir no aproveitamento de nutrientes essenciais. Para dietas específicas e rações animais, o teor de ácido fítico pode ser diminuído por processos de fermentação, autoclavagem, tostagem, cozimento, extrusão e uso de fitases comerciais. Não só males causa o ácido fítico, pois há estudos mostrando que esse ácido presente nos alimentos tem ação positiva na prevenção e redução de diversos tipos de câncer.

O farelo de arroz desengordurado é uma das principais matérias primas para a obtenção do ácido fítico e fitatos nas suas formas isoladas, que têm aplicações em nichos mercadológicos variados, podendo ser adicionado em carnes, pastas de peixe, frutos do mar enlatados, frutas, vegetais, queijo, *noodles*, miso, molho de soja, sucos, pães e bebidas alcoólicas, para melhorar a qualidade nutricional e prolongar a vida de prateleira.

O γ -orizanol, constituído de uma mistura de ésteres de ácido ferúlico, que ocorrem naturalmente somente no farelo de arroz, é outro produto de importante aplicação em alimentos pelo seu elevado potencial bioativo, como antioxidante, podendo ser usado em suplementos a base de γ -orizanol com indicações de uso auxiliar no tratamento de hipercolesterolemia, inibição da agregação plaquetária, melhoria do desempenho físico (esteróide natural alternativo), normalização de níveis hormonais (minimização dos sintomas da menopausa e aumento de testosterona), tratamento dos sintomas da gastrite e outras enfermidades gastrointestinais. É também empregado na composição de cosméticos (como agente antienvelhecimento e filtro solar) e suplementação de animais (pelo efeito semelhante aos hormônios esteroidais), de forma segura e legalmente permitida.

2.5. Fonte energética

A casca, que corresponde a cerca de 30% do volume e 22% da massa dos grãos de arroz é o mais abundante derivado da agroindústria do arroz. Utilizada predominantemente para gerar energia térmica em fornalhas e caldeiras na própria indústria, a casca também pode ser um derivado de alto valor agregado. Por ser fonte renovável e alternativa ao uso de combustíveis fósseis, há interesse em seu uso em usinas termoeletricas, havendo

necessidade de melhorar a logística de transporte pela compactação por briquetagem, por exemplo.

A casca pode ser usada para produção de álcool celulósico, açúcares redutores e furfural, um produto químico estratégico e de alto valor, devido a suas diversas aplicações como solvente, ou pela demanda por seus derivados, como o álcool furfúrico. Também a sílica amorfa superfina, de alta concentração na casca, pode ser amplamente utilizada em eletrônicos, cerâmica, plástico, vidro, borracha e indústrias de materiais fotoelétricos, tais como agentes tixotrópicos, isoladores térmicos e compostos de enchimento, além de ampla utilização na construção civil, como componente em cimentos, concretos e argamassas.

Briquetada, a casca de arroz encontra amplas aplicações por características tecnológicas como umidade baixa, alta densidade, propagação lenta de chama, resistência ao esmagamento, quantidade elevada de hidrogênio e boa temperatura de aquecimento.

Na produção de cimento, a cinza da casca de arroz pode ser adicionada com boas propriedades e tem custo mais barato ao substituir a areia.

O grão de arroz é excelente fonte de amido e pode ser utilizado na produção direta de fermentados, como etanol e bebidas. Esse é um tema que por si só merece um tratamento especial, que não é objeto do presente texto.

3. DESAFIOS, PERSPECTIVAS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Qualidade de grãos não é palavra da moda: é algo sério e faz a diferença nos negócios. Este ensinamento se torna muito mais contundente em momentos de dificuldades. Os conceitos modernos de produção não prescindem de uma forte aliança entre quantidade e qualidade, especialmente em se tratando de alimento, e sendo esse alimento tão identificado na cultura e nos hábitos do consumidor nacional como o arroz.

Os investimentos feitos por agricultores e agroindústrias devem ser direcionados para atender cada mercado, procurando entender cada nicho, considerando que os alimentos devem cumprir três funções básicas, distintas e complementares: a fisiológica (fornecer nutrientes), a social (relação entre as pessoas) e a psicológica (necessidades individuais ligadas ao prazer de se alimentar, o que inclui tradição, valores étnicos e hábitos alimentares e culturais), e com o arroz não é diferente. Mas antes e acima disso, alimento deve ser saudável. A qualidade do arroz deve abranger todos esses aspectos.

É fundamental e urgente que a cadeia produtiva como um todo entenda que se trata de uma cadeia, onde todos os elos (segmentos) devem agir com harmonia e equilíbrio, pois uma cadeia tem a força do elo mais fraco, e essa postura é dependente das capacidades de diálogo e articulação intrínsecas para enfrentamento das ameaças externas e o aproveitamento das potencialidades que os negócios oportunizam. A cadeia do arroz é uma das cadeias produtivas agrícolas mais organizadas do Brasil, e essa é uma das causas dos progressos obtidos. Esse entendimento deve ser sempre reforçado e revigorado, e cada ator (setor) tem seu papel a desempenhar.

Cabe às instituições de pesquisa, universidades e órgãos de assistência técnica desenvolver e disponibilizar conhecimentos científicos e recursos tecnológicos para a produção, a pós-colheita e à agroindustrialização. Cabe aos orizicultores, aos armazenistas e aos industriais os investimentos e a aplicação dos conhecimentos na busca de oportunidades. Cabe aos profissionais das áreas técnica e gerencial a busca da competência para o exercício de suas funções. Cabe às instâncias governamentais a formulação de políticas públicas adequadas e a intransferível salvaguarda dos interesses e da segurança da sociedade, aí incluída a segurança alimentar e a garantia dos consumidores de que adquirem alimentos seguros. Cabe às entidades representativas de classe a busca da harmonização entre todos os interesses, o que conseguem com participação ativa em todas as instâncias. Qualidade se consegue com a interação de tudo isso, e qualidade está na base da sustentação da atividade, não sendo no arroz diferente do que ocorre em todo o agronegócio. Todos temos responsabilidades pela produção de um dos alimentos mais típicos da cultura gastronômica brasileira.

Se, por um lado, as tecnologias de produção têm se desenvolvido muito nos últimos tempos, por outro ainda há notórias carências sobre tecnologias de pós-colheita em níveis compatíveis com as necessidades da cadeia produtiva, mas o conhecimento e os recursos

que já existem devem ser utilizados, e o que já permitem bons desempenhos de conservação, não se justificando os níveis de perdas quantitativas e qualitativas verificados.

Tem havido, na área industrial, cada vez mais clara a percepção de que o rendimento industrial de um arroz comprado com menor quantidade de grãos quebrados e, principalmente, menor percentual de grãos com defeitos, possui um potencial de agregação de valor sensivelmente maior do que outro produto com qualidade inferior, pois a tecnologia industrial, por mais avançada que seja, e é bom o nível tecnológico predominante nas agroindústrias arrozarias, não é capaz de operar o milagre de fazer um bom produto de uma matéria-prima ruim.

Há muitas agroindústrias certificadas pela ISO 9000. As parboilizadoras que detêm o Selo de Qualidade da ABIAP (Associação Brasileira das Indústrias de Arroz Parboilizado) são auditadas e têm produtos analisados em laboratório anualmente. Há, no entanto, muito ainda o que fazer na área de tecnologia agroindustrial, da matéria-prima e dos processos.

Especificamente no setor de pós-colheita há dois fatos que trarão consequências diretas ao segmento e necessitam ser considerados.

Aprovada em 2000 (Lei nº 9.973/2000), regulamentada em 2001 (Decreto nº 3.855/2001) e normatizada entre 2007 e 2013, está em vigor a Lei de Armazenagem, que dispõe sobre o sistema de armazenagem dos produtos agropecuários e institui o Sistema Nacional de Certificação de Unidades Armazenadoras de Grãos e Fibras. A certificação está sendo implantada em sistema escalonado e o setor entra numa etapa de profissionalização.

Vencedora do Edital da Chamada CNPq-CONAB n.º 18-2014, a Universidade Federal de Pelotas, através do Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização de Grãos do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel" iniciou, em 2015, a execução de um projeto de pesquisa para estabelecer critérios e parâmetros de avaliação de perdas de armazenamento no Brasil, com unidades de estudos no Rio Grande do Sul, em Mato Grosso e em Tocantins. O projeto terá duração de três anos e conta também com participantes das Universidades Federal de Santa Maria e do Rio Grande do Sul e da EMBRAPA Clima Temperado, e o apoio do IRGA e da EMATER-RS. Além dos levantamentos e do estabelecimento de critérios de avaliação, há pesquisas para desenvolvimento de tecnologias para reduções de perdas quantitativas e qualitativas no armazenamento do arroz em casca no Brasil.

Há produtores de ponta, há indústrias qualificadas, há ações institucionais, há espaço para progressos, há grandes desafios a enfrentar e a vencer. Não podem faltar investimentos em pesquisa, recursos em assistência técnica, segurança para quem produz, políticas adequadas para o setor, e muito menos pode faltar disposição para o trabalho. Nossos desafios e nossas perspectivas se entrelaçam.

4. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Comissão Organizadora do Congresso pela oportunidade, ao CNPQ, à CAPES, ao Programa Polo de Inovação Tecnológica de Alimentos da Região Sul (Convênio SCIT-UFPEL) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFPEL pelo apoio institucional.

5. SUGESTÕES BIBLIOGRÁFICAS

ABDULHAMID, A.; LUAN, Y. S. Functional properties of dietary fiber prepared from defatted rice bran. *Food Chemistry*, v. 68, p. 15-19, 2000.

ABUD-ARCHILA, M., COURTOIS, F. BONNAZI, C., BIMBENET, J. J. Processing quality of rough rice during drying. *Journal of Food Engineering*, v.45, n.3, p.161-179, 2000.

AMATO, G. W.; ELIAS, M.C. **A Parboilização do Arroz**. 1. ed. Porto Alegre: Ricardo Lenz Editor, 2005. v. 1. 160 p.

BELLO, M.; BAEZA, R.; TOLABA, M.P.; Quality characteristics of milled and cooked rice affected by hydrothermal treatment, *Journal of Food Engineering*, V. 72 p. 124–133, 2006.

CHANDI, G. K.; SOGI, D. S. Functional properties of rice bran protein concentrates. *Journal of Food Engineering*, v. 79, p. 592-597, 2007.

CLERICI, M. T. P. S.; EL-DASH, A. A. Farinha extrusada de arroz como substituto de glúten na produção de pão de arroz. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 56, n. 3, p. 288-298, 2006.

DA SILVA, M. A., C. SANCHES, AND E. R. AMANTE. "Prevention of hydrolytic rancidity in rice bran." **Journal of Food Engineering**. V. 75.n. 4: p. 487-491, 2006.

DELLA, V. P.; HOTZA, D. JUNKES, J. A.; OLIVEIRA A. P. N. Estudo comparativo entre sílica obtida por lixívia ácida da casca de arroz e sílica obtida por tratamento térmico da cinza de casca de arroz. **Química Nova**, v. 29, n. 6, p. 1175-1179, 2006.

ELIAS, M.C.; OLIVEIRA, M.; VANIER, N.L. **Qualidade de arroz da pós-colheita ao consumo**. 1. ed. Pelotas: Editora Universitária da UFPel, 2012. 626p.

ELIAS, M.C. Pós-colheita de arroz: secagem, armazenamento e qualidade. Pelotas. Editora Universitária UFPel. 2007. 437p

FUH, W. S.; CHIANG, B. H. Dephytinisation of rice bran and manufacturing a new food ingredient. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 81, p. 1419-1425, 2001.

GALLAGHER, E.; GORMLEY, T. R.; ARENDT, E. K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. **Trends in Food Science and Technology**, v. 15, p. 143-152, 2004.

HEINEMANN, R.J.B.; BEHRENS, J.H.; LANFER-MARQUEZ, U.M. A study on the acceptability and consumer attitude towards parboiled rice. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 40, p. 1-8, 2006.

Moura, F.A ; Silva, Leila Picolli da ; WALTER, Melissa ; KAMINSKI, Tiago Andre . Inovações e diversificação de produtos na indústria arrozeira. In: **Moacir Cardoso Elias, Mauricio de Oliveira, Nathan Levien Vanier. (Org.). Qualidade de arroz da pós colheita ao consumo**. 1ed.Pelotas: Ed Gráfica Universitária, 2012, v. 1, p. 179-192.

NAVARRO, S.; NOYES, R. The mechanics and physics of modern grain aeration management. New York: CRC Press, 2002. 647 p.

PARAGINSKI, R.T.; ZIEGLER, V.; TALHAMENTO, A.; ELIAS, M.C.; OLIVEIRA, M. Technological properties and cooking of rice grains conditioned at different temperatures before parboiling. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, p. 146-153, 2014.

PARK, C-E.; KIM, Y-S.; PARK, K-J.; KIM, B-K.; Changes in physicochemical characteristics of rice during storage at different temperatures. **Journal of Stored Products Research**, v.48, p.25-29, 2012.

PESTANA, V. R; MENDONÇA, C. R. B.; ZAMBIAZI, R. C. Farelo de arroz: Características, benefícios à saúde e aplicações. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 26, p. 29-40, 2008.

REDDY, B. S. AND A. CHAKRAVERTY. "Physical properties of raw and parboiled paddy." **Biosystems Engineering** 88.4 (2004): 461-66.

SILVA, T. S. G.; FURLANETTO, T. W. Diagnóstico de doença celíaca em adultos. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 56, n. 1, p. 122-126, 2010.

SINGH, N.; KAUR, L.; SANDHU, K.S.; KAUR, J.; NISHINARI, K.; Relationships between physicochemical morphological, thermal, rheological properties of rice starches. **Food Hydrocolloids**, v.20, p.532-542, 2006.

TANANUWONG, K.; MALILA, Y. Changes in physicochemical properties of organic hulled rice during storage under different conditions. **Food Chemistry**, v. 125, p. 179-185, 2011.

XIAO, H.; LIN, Q.; LIU, G-Q. Effect of cross-linking and enzymatic hydrolysis composite modification on the properties of rice starches. **Molecules**, v.17, p. 8136-8146, 2012.

ZAVAREZE, E. R. **Extração de tratamentos hidrotérmicos de amido de arroz**. 2009. 117 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

ZHANG, Y., SIMSEK, S. Physicochemical changes of starch in refrigerated dough during storage. **Carbohydrate Polymers**, 78 (2009), 268-274.

ZHOU, Z.; ROBARDS, K.; HELLIWELL, S.; BLANCHARD, C. Effect of rice storage on pasting properties of rice flour. **Food Research International**, v. 36, 625–634, 2003.

PLANO ABC E PERSPECTIVAS PARA A LAVOURA ORIZÍCOLA

Renato de Aragão Ribeiro Rodrigues¹

INTRODUÇÃO

Contexto histórico e científico

A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (sigla em inglês - UNFCCC) possui como objetivo final alcançar a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera num nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático. Esse nível deverá ser alcançado num prazo suficiente para que os ecossistemas se adaptem naturalmente à mudança do clima, assegurando que a produção de alimentos não seja ameaçada e que permita ao desenvolvimento econômico prosseguir de maneira sustentável.

No Brasil, o setor de Agropecuária é o maior responsável pelas emissões de CH₄ (71% em 2005), sendo a principal emissão decorrente da fermentação entérica (eructação) do rebanho de ruminantes, quase toda referente ao gado bovino (Brasil, 2010).

As emissões de N₂O ocorrem, predominantemente, no setor de Agropecuária (87% em 2005), seja por deposição de dejetos de animais em pastagem, seja, em menor escala, pela aplicação de fertilizantes em solos agrícolas. As emissões de N₂O no setor cresceram 43% entre 1990 e 2005 (Brasil, 2010).

A utilização de fertilizantes nitrogenados é apontada como o principal motivo do aumento global das emissões de N₂O por solos agrícolas. No Brasil, entretanto, a principal fonte de emissões são os dejetos de animais em pastagem (Brasil, 2010). Esse resultado foi alcançado graças às pesquisas e ao uso da Fixação Biológica de Nitrogênio no cultivo de espécies leguminosas.

Emissões de N₂O ocorrem, também, pela aplicação de esterco animal como fertilizante, pelo nitrogênio proveniente de resíduos agrícolas e pela deposição atmosférica de NO_x e NH₃.

O nitrogênio contido nos resíduos de colheita de culturas deixados no campo também são fontes de emissão de N₂O. Ainda dentro deste setor enquadra-se o cultivo de solos orgânicos, que aumenta a mineralização da matéria orgânica e libera N₂O.

Como o problema da Mudança do Clima é reconhecido pela maior parte dos países (a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima é o acordo da ONU com maior número de países participantes – 194) e o Brasil vem desde a criação da Convenção desempenhando forte papel nas negociações internacionais e nas pesquisas sobre mudança do clima, é preciso ampliar cada vez mais o conhecimento em todas as áreas relacionadas ao tema.

O Brasil, por meio da Casa Civil da Presidência da República, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) vem demonstrando grande interesse na divulgação de práticas que proporcionem mitigação das emissões e a ampliação de áreas de produção que utilizem essas tecnologias. Além disso, está mantendo a posição histórica de liderança brasileira na temática da Agricultura e da Mudança do Clima, por meio do Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC).

Após a 15ª Conferência das Partes (COP-15) em 2009, com o intuito de informar as Partes da Convenção, o Governo Brasileiro indicou ações de mitigação da mudança do clima que o país pretendia adotar. O potencial da redução das emissões de gases de efeito

¹Pesquisador da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, nº 1.024, Bairro Jardim Botânico, CEP 22460-000, Rio de Janeiro, RJ, renato.rodrigues@embrapa.br

estufa (GEE) resultantes dessas ações é de 36,1% - 38,9% em relação às emissões brasileiras projetadas até 2020. Para tanto, está implantando diferentes ações, como a redução do desmatamento da Amazônia e do Cerrado, ampliação da eficiência energética e adoção em larga escala de práticas adicionais e sustentáveis na agricultura.

Esse compromisso voluntário foi expresso nacionalmente na forma da Lei Nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. O art. 11 da lei previa a criação de Planos setoriais de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas visando à consolidação de uma economia de baixo consumo de carbono. Esses planos deveriam ser feitos em consonância com a Política Nacional sobre Mudança do Clima, considerando as especificidades de cada setor, inclusive por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL – e das Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas - NAMAs. Por meio do Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010, estabeleceu-se que para alcançar o referido compromisso nacional voluntário, serão implementadas ações que almejem reduzir entre 1,168 bilhão de toneladas de CO₂e e 1,259 bilhão de toneladas de CO₂e, de um total de 3,236 bilhão de toneladas de CO₂e projetadas para o ano de 2020.

Para a Agricultura foi criado o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC). Assim, de acordo com o Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010, os compromissos da agricultura referem-se a ações voltadas para a recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas; ampliação do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em 4 milhões de hectares; expansão da prática de plantio direto na palha em 8 milhões de hectares; expansão da fixação biológica de nitrogênio em 5,5 milhões de hectares de áreas de cultivo, em substituição ao uso de fertilizantes nitrogenados; expansão do plantio de florestas em 3 milhões de hectares; ampliação do uso de tecnologias para tratamento de 4,4 milhões de m³ de dejetos de animais. Portanto, o Plano ABC está sustentado em quatro pilares principais: integração lavoura-pecuária-floresta; plantio direto; fixação biológica de nitrogênio e recuperação de áreas degradadas; e como pilares secundários, florestas plantadas e manejo de dejetos.

Vários estudos sobre emissões de gases de efeito estufa na agricultura vêm sendo desenvolvidos pela Embrapa e por diversas universidades no Brasil. Entretanto, ainda não podemos afirmar o potencial de mitigação das emissões promovido por tecnologias sustentáveis de produção e qual efeito essas medidas terão na redução total das emissões do país. Estudos sobre o potencial de adaptação desses sistemas de produção e da agricultura brasileira de uma forma geral ainda são incipientes, mas estão se tornando mais importantes.

Emissões de gases de efeito estufa x produção agrícola no Brasil

Até o ano de 2005, as emissões de gases de efeito estufa no setor da Agricultura ocupavam o segundo lugar no Inventário Nacional, atrás apenas do setor de Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas.

No entanto, a alta produtividade agrícola brasileira fez com que a produção de alimentos, fibras e energia no país crescesse em ritmo mais acelerado do que as emissões de gases de efeito estufa do setor. Um grande destaque para que esse resultado fosse obtido foi o uso da Fixação Biológica de Nitrogênio, que permite que o cultivo de soja no Brasil seja feito sem a adição de fertilizantes nitrogenados, que geram emissões de óxido nitroso.

A partir do ano de 2005, entretanto, o quadro nacional das emissões de gases de efeito estufa sofreu uma alteração. Devido à grande redução no desmatamento, principalmente na Amazônia, o setor de Uso da Terra, Mudança de Uso da Terra e Florestas passou a ter uma importância relativa menor do que o setor de Agricultura.

Apesar disso, as emissões de metano e óxido nitroso da Agricultura registraram um pequeno aumento: 2,9% e 8,4% entre 2005 e 2010 (Tabela 1). Comparando-se o aumento

das emissões com o aumento da produção agrícola, verifica-se que a agricultura está se tornando menos emissora em termos de emissão de gases por produto.

A área de produção grãos registrou uma queda de 3,4%, no período de 2005 a 2010, o que significa que não foi preciso abrir novas áreas de floresta para a produção de grãos e, consequentemente, que a Agricultura contribuiu para a redução do desmatamento. No mesmo período, a produção de grãos aumentou 30,1%. Esse resultado gerou um aumento de 34,6% na produtividade de grãos do país em apenas 5 anos. Em relação ao gado bovino, a produção de leite aumentou 24,8%.

Tabela 1. Estimativas das emissões de CH₄ e N₂O para o Setor Agropecuária, juntamente com os valores publicados no II Inventário Nacional.

Gás	Fonte	1990	1995	2000	2005	2010
Gg						
CH ₄	II Inventário	9.539	10.447	10.772	12.768	---
	Estimativas	9.539	10.447	10.772	12.768	13.133
N ₂ O	II Inventário	334	375	393	476	---
	Estimativas	334	375	393	476	516

Resumo do Plano ABC

a) Objetivos e estratégias do Plano ABC

O objetivo geral do plano é “garantir o aperfeiçoamento contínuo dos sistemas e práticas de uso e manejo sustentável dos recursos naturais, que promovam a redução das emissões de gases de efeito estufa e, adicionalmente, também aumentem a fixação de CO₂ atmosférico na vegetação e no solo dos setores da agricultura brasileira”.

Possui como principais estratégias:

- Recuperar uma área de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas por meio do manejo adequado e adubação;
- Aumentar a adoção de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) e de Sistemas Agroflorestais (SAFs) em 4 milhões de hectares;
- Ampliar a utilização do Sistema Plantio Direto (SPD) em 8 milhões de hectares;
- Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN): ampliar o uso da fixação biológica em 5,5 milhões de hectares;
- Promover as ações de reflorestamento no país², expandindo a área com Florestas Plantadas atualmente, destinadas à produção de fibras, madeira e celulose em 3,0 milhões de hectares, passando de 6,0 milhões de hectares para 9,0 milhões de hectares;
- Ampliar o uso de tecnologias para tratamento de 4,4 milhões de m³ de dejetos de animais para geração de energia e produção de composto orgânico.

Na Tabela 2, encontram-se listadas os compromissos da agricultura que se constituem na base do Plano ABC, bem como suas estimativas de mitigação da emissão de GEE.

Tabela 2. Processo tecnológico, compromisso nacional relativo (aumento da área de adoção ou uso) e potencial de mitigação por redução de emissão de gases de efeito estufa (milhões de Mg CO₂eq.). Fonte: Plano ABC.

Tecnologia	Expansão em área	Potencial de Mitigação associado
	milhões ha ou m3	milhões Mg CO ₂ e
Recuperação de pastagens degradadas	15	83 a 104
Sistema Plantio Direto	8	16 a 20
Fixação Biológica de Nitrogênio	5,5	10
Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e	4	18 a 22
Sistemas Agroflorestais		
Florestas Plantadas	3	-
Manejo de dejetos animais	4,4 milhões de m3	6,9
Total	-	133,9 a 162,9

Coordenação Multi-institucional de Monitoramento das Reduções de Emissões de Gases de Efeito Estufa derivadas das ações do Plano ABC (CoM-ABC)

De acordo com o Plano ABC, a responsabilidade do sistema de monitoramento das reduções de emissões de gases de efeito estufa derivada das ações do Plano ABC ficará a cargo da Coordenação Multi-institucional de Monitoramento das Reduções de Emissões de Gases de Efeito Estufa derivadas das ações do Plano ABC (CoM-ABC). A CoM-ABC tem por missão monitorar as estimativas de redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) dos setores da agricultura brasileira, sobretudo as reduções derivadas das ações previstas e em execução pelo Plano ABC.

O sistema de monitoramento é baseado nos seguintes aspectos:

- Necessidade de relatar internacionalmente (no âmbito da United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC) o atingimento do compromisso voluntário proposto pelo Brasil na forma de NAMA (nationally appropriate mitigation actions), após a décima quinta Conferência das Partes (COP15), ocorrida em Copenhague, Dinamarca, em dezembro de 2009;
- Necessidade de seguir as demandas do calendário internacional da UNFCCC para reporte das ações de mitigação do Brasil;
- Informações atualmente disponíveis na literatura nacional e internacional;
- Capacidade já instalada de projetos da Embrapa e Universidades e instituições de pesquisa para geração de novos dados que poderão ser utilizados pelo sistema de monitoramento;
- Potencial de geração de dados por novos projetos de pesquisa e ações de rotina do sistema de monitoramento.

Inclusão de novas tecnologias com potencial de mitigação de emissões de gases de efeito estufa no Plano ABC

Estudo de caso: produção de arroz inundado

No Brasil, a produção de arroz é desenvolvida nos sistemas irrigado e sequeiro, que responderam na safra 2009/2010, respectivamente, por 51% e 49% da área cultivada (EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2014). A emissão de metano associada ao cultivo de arroz está associada, apenas, às lavouras irrigadas por inundação do solo ou estabelecidas em várzea úmida (BRASIL, 2015).

O resumo das estimativas de emissões de metano proveniente do cultivo de arroz irrigado no Brasil é apresentado a seguir (BRASIL, 2015).

Em 2010, as emissões de CH₄ proveniente do cultivo de arroz irrigado foram estimadas em 464,2Gg CH₄, 7,1% superiores às emissões de 1990, ano inicial de contabilizações para o Terceiro Inventário, mas foram apenas 0,1% maiores que as emissões de 2005, último ano contemplado pelo II Inventário Nacional. As variações nas emissões de CH₄ associadas ao cultivo de arroz no País estão, de forma geral, associadas à variação na área cultivada com o cereal nos sistemas irrigado por inundação do solo e de várzea, visto que os fatores de emissão utilizados mantiveram-se constantes. A única exceção refere-se ao Estado do Rio Grande do Sul, para o qual foram considerados fatores de emissão diferenciados para sistemas de preparo do solo e, em consequência, as emissões de CH₄ foram influenciadas, também, em função da evolução na representatividade desses na lavoura arrozeira gaúcha nas décadas de 1990 e 2000 (BRASIL, 2015).

Acompanhando o panorama observado em 2005, a região Sul responde pela maior parte das emissões de CH₄ no cultivo de arroz, contribuindo com 87,1% do total em 2010. Nesse ano, as emissões provenientes de cultivo de arroz irrigado sob regime de inundação contínua totalizaram 98,1%; o restante das emissões foi proveniente do regime de várzea, cuja contribuição foi de apenas 1,9% (BRASIL, 2015).

No entanto, apesar de ser considerado como uma fonte significativa de emissões de metano, o cultivo de arroz inundado pode estar superestimando as emissões, devido ao método de cálculo do Inventário. Para a elaboração do Terceiro Inventário, buscou-se refinar essa estimativa.

A principal alteração incluída no Terceiro Inventário Nacional em relação ao anterior refere-se à metodologia de cálculo das estimativas de emissão de metano para o Estado do Rio Grande do Sul, que foi estabelecida utilizando-se fatores de emissão locais e considerando variações nas emissões decorrentes da adoção de diferentes sistemas de preparo do solo (BRASIL, 2015).

A adoção desse procedimento, que contribui de forma positiva para a representatividade dos dados nacionais, resultou em aumento médio anual nas emissões nacionais de metano associadas ao cultivo de arroz da ordem de 19,4%, no período de 1990 a 2006 em relação ao inventário anterior, com amplitude entre 7,8% (2006) e 20,1% (1991) (BRASIL, 2015).

Destaca-se que, apesar dos incrementos em emissões de metano associados à nova metodologia de cálculo utilizada, fica bastante clara a tendência de redução na intensidade de emissões do Estado do Rio Grande do Sul, decorrente da crescente adoção do sistema de preparo antecipado do solo em substituição ao preparo convencional no período de 1990 a 2010 (BRASIL, 2015).

Este comportamento reflete a crescente preocupação com a sustentabilidade do sistema produtivo de arroz irrigado no Estado, com influência direta nas emissões brasileiras de metano, visto que o Rio Grande do Sul responde pela maior parte da área cultivada com arroz irrigado no País e, consequentemente, pelas emissões nacionais de metano associadas ao cultivo (BRASIL, 2015).

Dessa maneira, recomenda-se o aprofundamento de estudos para definição de fatores de emissão específicos para as diferentes regiões produtoras do país, além do refinamento contínuo das técnicas de estimativas do Inventário. É fundamental que esses dados sejam trabalhados e divulgados e que tragam uma abordagem de que sistemas específicos de produção, com o manejo adequado e o uso racional de fertilizantes podem promover mitigação de emissões de gases.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL (2012). Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão decarbono na agricultura: plano ABC

(Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Desenvolvimento Agrário, coordenação da Casa Civil da Presidência da República. Brasília: MAPA/ACS, 2012. 173 p.

BRASIL (2015). Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa: relatórios de referência setor agropecuária emissões de metano do cultivo de arroz.

LA ALIANZA GLOBAL PARA LA INVESTIGACIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA AGRICULTURA

ACCIONES PARA LA ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN DE EMISIONES DEL ARROZ DE RIEGO

Gonzalo Zorrilla de San Martín¹

La Alianza

La Alianza Global para la Investigación de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de la Agricultura (GRA) fue creada en diciembre de 2009 y a la fecha cuenta con 45 países miembros de todos los continentes. La región está ampliamente representada con casi todos los países de las Américas como miembros plenos (excepto El Salvador, Guatemala, Venezuela y las Guayanas). La Alianza se centra en la investigación, el desarrollo y la extensión de las tecnologías y prácticas que promuevan maneras de producir más alimentos y sistemas alimentarios más resilientes al clima, sin aumentar las emisiones de gases de efecto invernadero. Se basa en los esfuerzos voluntarios y de colaboración de los países y promueve la articulación de esfuerzos globales en la materia, tanto entre países como con organizaciones internacionales de diverso tipo que tienen acciones en los mismos temas. La organización y el gobierno de la misma está plasmada en una Carta firmada por todos los países participantes. Esta Carta establece el Consejo de la Alianza, que es el órgano de representación de todos los países miembros. El actual Presidente del Consejo es de Holanda.

Para la organización de las acciones de investigación se han formado cinco Grupos Globales, tres que se enfocan en grandes subsectores agrícolas: 1. Arroz de Riego, 2. Cultivos de Secano y 3. Ganadería, y dos en temas transversales que atañen a los tres anteriores: 4. Ciclo del Carbono y del Nitrógeno en el Suelo y 5. Inventarios y Medidas. Estos grupos han desarrollado planes de trabajo que complementan esfuerzos de investigación de los países en asociación con otras organizaciones internacionales, así como promueven conocimientos y mejores prácticas, fomentan la capacitación entre los científicos y otros profesionales, y procuran avanzar hacia soluciones innovadoras en relación a las emisiones de gases de efecto invernadero.

La Alianza cuenta con una Secretaría actualmente sustentada por Nueva Zelanda, la cual apoya el funcionamiento del Consejo y los Grupos de Investigación.

Grupo de Investigación de Arroz de Riego (PRRG)

Este Grupo está co-liderado por Japón (Kazayuki Yagi) y Uruguay (Gonzalo Zorrilla) y en él participan 26 de los 45 países socios. Trece de ellos son de las Américas: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, USA y Uruguay. Completan el grupo 8 países de Asia, 5 de Europa y uno de África. En la actualidad cuenta con varias organizaciones internacionales asociadas: International Rice Research Institute (IRRI), Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), AfricaRice,

¹Ing Agr., Director Programa Nacional de Investigación de Arroz, INIA Uruguay; Co-Chair Paddy Rice Research Group, Global Research Alliance, Ruta 8 km 281, Treinta y Tres, Uruguay, gzorrilla@inia.org.uy

PROCISUR, Fluxnet, Climate Change and Food Security (CCAFS), Climate and Clean Air Coalition (CCAC).

La decisión de formar un grupo específico en esta área se basa en que la producción de arroz de riego por inundación provoca importantes emisiones de metano en comparación con otros sistemas de cultivo de secano. El objetivo central es encontrar maneras de reducir la intensidad de las emisiones de metano, así como mejorar la eficiencia de la producción global disminuyendo la cantidad de emisiones por unidad de arroz producido. También se están considerando las compensaciones con las emisiones de óxido nitroso y cambios en la cantidad de carbono almacenado en los suelos de arroz.

La primera reunión del grupo se hizo en setiembre de 2010 en Tsukuba, Japón y luego en marzo de 2011 en Versailles, Francia, en noviembre de 2011 nuevamente en Tsukuba, en enero de 2013 en Los Baños, Filipinas y en octubre de 2013 en Bogor, Indonesia.

Debido a la dificultad de reunir a delegados de todos estos países en un mismo lugar y a la existencia de dos grupos relativamente definidos por proximidad y por similitudes de sistemas de producción (Asia y Américas), en 2014 se resolvió formar dos Sub-Grupos del PRRG. Es así que en mayo de 2014 se reunió por primera vez el Sub-Grupo Américas del PRRG en Cali, Colombia y en agosto de 2014 el Sub-Grupo Asia del PRRG en IRRI, Los Baños, Filipinas. En febrero de 2015 se reunió por segunda vez el Sub-Grupo Américas en Pelotas, RS, Brasil y el Sub-Grupo Asia se reunirá en setiembre en Nanjing, China.

El Plan de Acción del PRRG cuenta con cinco puntos centrales: 1. Estandarización de técnicas de medición de emisiones en los sistemas arroceros; 2. Creación de una base de datos global de sitios experimentales y la metadata que ellos generan, en coordinación con el proyecto MAGNET del Grupo de Cultivos de Secano; 3. Incrementar la participación de los países con producción arroceros relevante; 4. Promover y ejecutar proyectos regionales con participación de varios países; 5. Crear una red para la identificación y promoción de sinergias entre mitigación y adaptación.

Sub-Grupo Américas del PRRG

El reciente Taller del Sub-Grupo Américas del PRRG realizado en la sede de EMBRAPA Clima Temperado en Pelotas, RS, Brasil reunió a un importante grupo de investigadores de seis países y de tres organizaciones asociadas. Durante el mismo se avanzó en los cinco puntos del Plan de Acción con foco en esta región. Se compartieron conocimientos sobre los métodos de medición que se están utilizando en diversos países y se participará de la revisión de la primera versión del manual para la medición de gases del arroz, que se está elaborando con la coordinación de Japón en el marco del Proyecto MIRSA en Asia. Se colabora en la creación de la base de datos de experimentos y publicaciones y se intentará sumar a USA y los países europeos a este Sub-Grupo, por la afinidad de sistemas de producción y problemas asociados. Se dispone de una propuesta de proyecto regional para el cual se está buscando financiación y cuyos objetivos centrales serán la comparación de emisiones entre regiones, climas y sistemas de producción en la región; modelación de emisiones en diferentes sistemas y profundizar el conocimiento sobre la microbiología de suelos asociada e las emisiones en campos de arroz. Se participa también en la red para la discusión de las sinergias entre mitigación y adaptación que coordina Vietnam en el marco del proyecto MIRSA.

La actualización de avances de investigación en la región que se realizó durante el Taller muestra una gran disparidad, con países muy avanzados y otros que están intentando comenzar algún tipo de estudio en el tema. Brasil es sin duda el que lleva la delantera con diversas líneas de investigación que apuntan no sólo a las emisiones durante el riego del cultivo de arroz, sino al sistema en su conjunto. Se destaca en tal sentido las interesantes opciones que surgen para una eficaz reducción de emisiones, más allá de las del manejo intermitente del agua de riego que es la que internacionalmente está predominando como técnica apropiada. Distintas formas de preparación del suelo, la siembra directa, las rotaciones de cultivos, el manejo apropiado del N son algunas de las técnicas que se

demuestran promisorias en este sentido. El riego intermitente evaluado tanto en Brasil como Uruguay también se confirma como muy eficiente, pero en los sistemas extensivos predominantes en la región es muy difícil de aplicar sin penalizar el rendimiento del cultivo.

LITERATURA

www.globalresearchalliance.org

ESTRATÉGIAS MITIGADORAS DE EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA PELA LAVOURA DE ARROZ

Cimélio Bayer¹; Tiago Zschornack²; Estefânia Camargo²; Walkyria Bueno Scivittaro³; Rogério Oliveira de Sousa⁴

Palavras-chave: metano, óxido nitroso, potencial de aquecimento global, mitigação, práticas de manejo

INTRODUÇÃO

O último relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2013) afirma que o aquecimento global e a consequente mudança no clima, decorrente sobretudo da ação humana, tem causado impactos sobre os sistemas naturais e a própria sociedade. O setor agropecuário, juntamente com o desmatamento, contribuem com aproximadamente 25% (10-12 Gt CO₂ eq. ano⁻¹) das emissões globais de gases de efeito estufa (GEE) (IPCC, 2013). No Brasil, essas atividades contribuem com mais de 75% das emissões de CO₂ e mais de 90% das emissões de metano (CH₄) e de óxido nitroso (N₂O) (CERRI et al., 2009).

O arroz produzido sob irrigação por inundação contínua representa aproximadamente 75% da produção mundial, sendo cultivado em uma área de cerca de 80 milhões de hectares (IRRI, 2013). O ambiente anaeróbico que se forma no solo pela manutenção de uma lâmina de água favorece a produção de CH₄, de forma que a lavoura de arroz irrigado é reconhecidamente uma das principais fontes antropogênicas de CH₄ para a atmosfera. As emissões de N₂O durante esse período, por outro lado, são relativamente baixas, sobretudo quando comparadas às de áreas bem drenadas (LINQUIST et al., 2012). Mesmo que a lavoura de arroz irrigado tenha pequena contribuição nas emissões de N₂O do solo, é necessário que esses dois GEE (CH₄ e N₂O) sejam ponderados visando o desenvolvimento de estratégias mitigadoras das emissões de GEE, pois as condições que promovem a diminuição de CH₄ normalmente causam aumento do outro (N₂O) (HOU et al., 2000). Além disso, ao se considerar o Potencial de Aquecimento Global (PAG) de cada gás em relação ao CO₂ num horizonte de 100 anos, a contribuição do N₂O (PAG = 298) é praticamente 12 vezes superior a do CH₄ (PAG = 25) (IPCC, 2013).

O Rio Grande do Sul é responsável pela produção de mais de 65% do arroz produzido no Brasil (CONAB, 2015), cujo sistema de produção tradicional envolve o alagamento contínuo do solo. Em nível nacional, a lavoura de arroz irrigado representa apenas 3% das emissões totais de CH₄ (CERRI et al., 2009), contribuição essa que chega a quase 20% no Rio Grande do Sul (RS), devido à extensa área de cultivo (superior a 1,0 milhão de hectares/ano). Inúmeros fatores estão envolvidos na produção e emissão de GEE em solos cultivados com arroz (FENG et al., 2013), de forma que algumas práticas mitigadoras, como por exemplo o cultivo mínimo (ou preparo antecipado do solo), já estão sendo adotadas pelos produtores (BAYER et al., 2015). O sistema de cultivo mínimo (CM), utilizado atualmente em aproximadamente 75% das lavouras de arroz no RS, preconiza a antecipação do preparo e uma menor mobilização do solo comparativamente ao preparo convencional (PC) (SOSBAI, 2014). O sistema de plantio direto (PD), na forma como é conduzido em solos bem drenados, ainda se constitui num desafio técnico para as áreas de

¹Professor do Departamento de Solos e Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 7712, 91540-000, Porto Alegre, RS, cimelio.bayer@ufrgs.br (autor para correspondência).

²Pós-doutorando(a) em Ciência do Solo da UFRGS, Porto Alegre, RS.

³Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

⁴Professor do Departamento de Solos da UFPel, Pelotas, RS.

cultivo de arroz irrigado. Esse sistema, por outro lado, já vem sendo adotado com sucesso nas áreas onde há rotação do arroz com culturas alternativas, como a soja, por exemplo (SOSBAI, 2014).

Na busca de alternativas e estratégias para manter a posição competitiva do arroz cultivado no RS, a diversificação e a rotação com culturas alternativas (soja, milho, pastagens) vem ganhando cada vez mais espaço entre os produtores. Há pelo menos três milhões de hectares disponíveis para cultivo de arroz irrigado no RS, dos quais, pouco mais de um milhão de hectares é cultivado anualmente com essa cultura, permanecendo o restante da área em pousio. Tem-se observado nos últimos três anos significativo aumento da área cultivada com soja em rotação com a cultura do arroz irrigado, atingindo aproximadamente 300 mil hectares na safra 2013/14 (IRGA, 2015). Entretanto, o impacto da soja (e de outras culturas alternativas) na emissão de GEE em áreas tradicionalmente arrozeiras ainda é pouco conhecido.

Neste resumo serão sintetizados os principais resultados encontrados pelo grupo de pesquisa em Manejo do Solo e GEE da UFRGS no que se refere a estratégias mitigadoras das emissões de GEE em áreas de arroz irrigado, representando um conjunto consolidado de informações gerado em mais de 10 anos de avaliação e que teve a participação e colaboração de outras instituições de ensino (UFSM e UFPel) e de pesquisa do Brasil (EMBRAPA Clima Temperado, EMBRAPA Meio Ambiente, IRGA). Tais informações fazem parte de inúmeras teses e dissertações e muitos resultados encontram-se publicados ou em fase de publicação em revistas científicas com impacto internacional.

TÓPICOS DA PALESTRA

Metodologia utilizada na avaliação de gases em áreas sob cultivo de arroz

Os estudos visando a mitigação das emissões de GEE abrangeram três diferentes aspectos: sistemas de cultivo (PC, CM e PD – item 1); sistemas alternativos de manejo da irrigação (inundação contínua, intermitente moderado e intermitente severo – item 2) e diversificação de culturas (arroz irrigado, soja e milho – item 3).

As emissões de GEE foram determinadas durante sete safras de cultivo para os sistemas de PC e PD e, cinco safras para PC e CM no Instituto Riograndense do Arroz (EEA/IRGA) em Cachoeirinha/RS. Os experimentos de manejo da irrigação foram conduzidos em duas safras e em cinco diferentes localidades do RS. Os manejos avaliados foram: inundação contínua (tradicional); intermitente moderado (supressão da água do estágio V6 ao V8, conforme escala de COUNCE et al., 2000) e intermitente severo (supressão da água do estágio V6 ao V8 e de V8 a V10). Em relação à diversificação de culturas, as avaliações foram conduzidas na EEA/IRGA durante três safras, com a cultura da soja, e em duas safras, com milho, sendo essas emissões contrastadas com as obtidas em áreas de arroz irrigado no mesmo período.

A coleta das amostras de ar foram realizadas segundo o método da câmara estática fechada (Figura 1), com periodicidade semanal (MINAMIKAWA et al., 2012). As amostragens ocorreram no período da manhã (COSTA et al., 2008), com auxílio de seringas em tempos pré-determinados. As concentrações de CH₄ e N₂O nas amostras de ar foram determinadas por cromatografia gasosa e os fluxos dos gases estimados considerando a variação linear da concentração no tempo. Os fluxos foram assumidos como equivalentes às emissões médias diárias, sendo as emissões acumuladas de cada gás obtidas a partir da integração da área sob a curva dos fluxos desses GEE (BAYER et al., 2014). A quantidade de GEE emitida e a importância relativa de cada um foi avaliada por meio do potencial de aquecimento global parcial (PAGp), convertendo-se as emissões de CH₄ e de N₂O para CO₂ equivalente e somando-as, de forma que $PAGp = (CH_4 \times 25) + (N_2O \times 298)$. Os valores de 25 e 298 referem-se ao PAG do CH₄ e do N₂O, respectivamente, para um horizonte de 100

anos (IPCC, 2013). Também foi calculada a quantidade de GEE emitida por unidade de produto (PAGp/Rendimento) em kg CO₂equiv. kg⁻¹ grãos (BAYER et al., 2014).

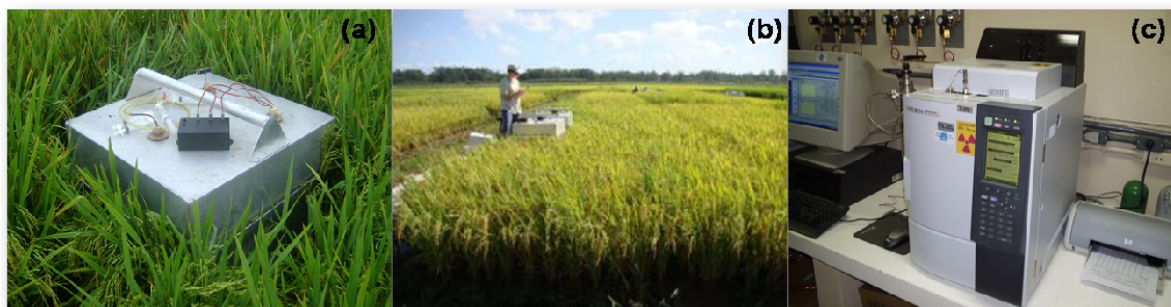


Figura 1. (a) Câmara de coleta dos GEE - método da câmara estática fechada; (b) Amostragem de ar em lavoura de arroz irrigado; e (c) Análise por cromatografia gasosa no laboratório de Biogeoquímica ambiental da UFRGS.

Contextualização das práticas e potencial de mitigação

1. Preparo Antecipado e Plantio Direto

As ações de pesquisa iniciais foram realizadas com o intuito de mensurar as emissões de GEE oriundas de áreas cultivadas com arroz sob diferentes sistemas de preparo do solo (PC, CM e PD). O solo sob PC era intensamente preparado (gradagens para incorporação da palhada e posterior nivelamento do solo) previamente à semeadura do arroz (primavera), enquanto no CM o preparo consistia de uma gradagem leve (logo após a colheita do arroz, normalmente no outono) com o intuito de corrigir a superfície do solo, de forma que o arroz nesse sistema é cultivado sobre a cobertura vegetal que se estabelece no outono-inverno (SOSBAI, 2014). No PD, cujo sistema é pouco utilizado nas áreas de arroz irrigado do RS, o solo era mantido sem nenhum tipo de preparo, de forma que o arroz era semeado sobre a palhada formada durante o outono-inverno, bem como sobre a resteva do arroz da safra anterior.

Após algumas safras de avaliação, os resultados mostram que as emissões de CH₄ foram, em média, reduzidas em 21% e 24%, pela adoção dos sistemas de PD e de CM (Figuras 2a e 2f), respectivamente, em comparação ao PC (BAYER et al., 2014; BAYER et al., 2015). Essa redução tem importante e positiva repercussão não só na atividade orizícola, mas na atividade agrícola do RS como um todo, já que a produção de arroz usando a tecnologia de CM vem sendo adotada em quase 800 mil hectares. As emissões de N₂O, por sua vez, não foram influenciadas pelos diferentes sistemas de cultivo (Figuras 2b e 2g) e apresentaram pequena contribuição para o PAG (< 10%), cuja composição foi amplamente dominada pelas emissões de CH₄. Os rendimentos de grãos foram similares entre os sistemas de cultivo (> 7,5 Mg ha⁻¹; Figuras 2d e 2i), mostrando que é possível diminuir as emissões de GEE sem comprometer a produtividade do arroz. A importância dos sistemas PD e CM em reduzir as emissões de GEE é ainda mais contundente ao se avaliar a quantidade de GEE emitida por unidade de produto (kg CO₂ equivalente kg⁻¹ arroz), cujos valores médios foram de 1,35 (PD) e 1,06 kg CO₂ eq kg⁻¹ arroz (CM) e significativamente inferiores aos encontrados no PC (Figuras 2e e 2f). Esses resultados demonstram que sistemas de cultivo envolvendo o mínimo (CM) ou nenhum preparo do solo (PD) são eficientes em mitigar as emissões de GEE sem reduzir a produtividade do arroz irrigado, e que as estratégias de diminuição das emissões em lavouras de arroz irrigado devem ser direcionadas na mitigação das emissões de CH₄.

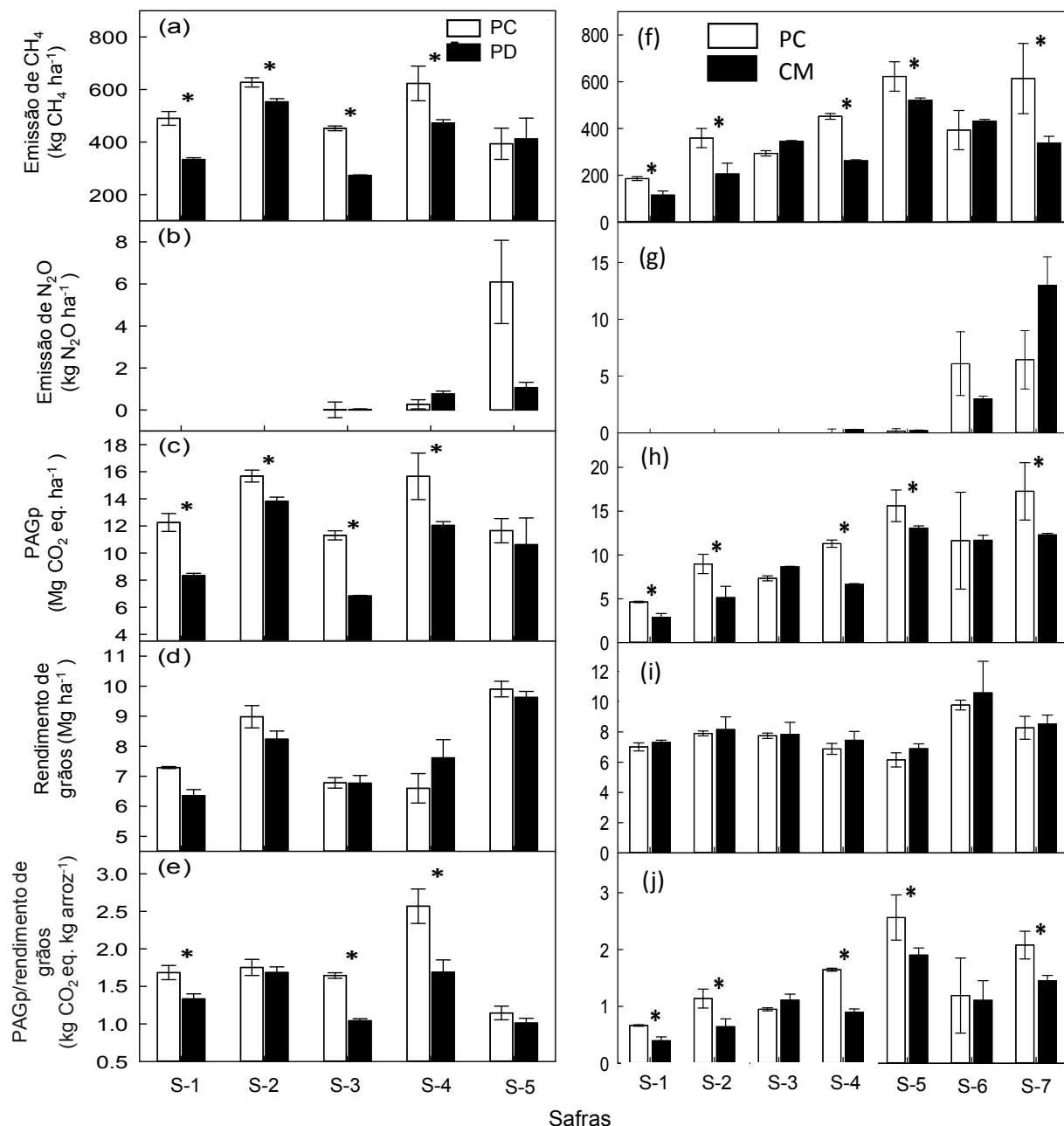


Figura 2. Emissão acumulada de CH₄ (a, f), N₂O (b, g), Potencial de Aquecimento Global parcial (c, h), rendimento de grãos (d, i) e índice PAGp/Rendimento (e, j) em diferentes sistemas de cultivo do arroz irrigado e em diferentes safras. Barras verticais representam o desvio padrão da média. O símbolo * indica que as diferenças entre os sistemas de preparos são significativas (P<0,05) dentro da mesma safra. S = safra; PC = preparo convencional; PD = plantio direto e CM = Cultivo mínimo. Fonte: Bayer et al. (2014) e Bayer et al. (2015).

2. Sistemas alternativos de manejo da irrigação

Em nível internacional, o uso de sistemas intermitentes de irrigação tem-se destacado como uma prática de manejo eficiente na mitigação das emissões de CH₄ em solos cultivados com arroz irrigado (ITOH et al., 2011; KIM et al., 2014). No Sul do Brasil, informações relacionadas às emissões de GEE em sistemas alternativos de irrigação ainda são escassas, especialmente em condições edafoclimáticas distintas.

Neste estudo, o tratamento com irrigação contínua apresentou maior emissão de CH₄ dentre os manejos avaliados em todas as localidades e nas duas safras (Tabela 1), sendo que, na média, essas emissões foram reduzidas em 52% no tratamento intermitente severo. No que se refere as emissões de N₂O, não foram observadas diferenças significativas na maioria das localidades (Tabela 1), porém, quando constatadas, o tratamento com intermitência severa apresentou maior emissão de N₂O (1,01 kg N₂O ha⁻¹) em relação à inundação contínua (0,002kg N₂O ha⁻¹) e ao intermitente moderado (0,77 kg N₂O ha⁻¹).

Embora as emissões de N₂O tenham sido potencializadas em alguns locais nos manejos com irrigação por inundação intermitente, sua contribuição para o PAGp foi de apenas 5%, sendo o PAGp reduzido em aproximadamente 50% em relação à inundação contínua devido à diminuição substancial das emissões de CH₄ do solo. Esses resultados corroboram com os obtidos por Zschornack (2011); Buss (2012) e Wesz (2012) também no Sul do Brasil. Em decorrência do menor PAGp nos sistemas intermitentes e da similaridade no rendimento de grãos entre todos os manejos de irrigação, o índice PAGp/Rendimento foi reduzido em 45% nos manejos alternativos de irrigação. Esses resultados apontam que a supressão da água em determinados períodos durante o cultivo do arroz pode ser uma estratégia viável na redução das emissões de GEE, sem prejudicar a produtividade da cultura do arroz.

3. Diversificação de culturas

A introdução de culturas de sequeiro (soja e milho) em solos tradicionalmente cultivados com arroz irrigado tem-se destacado nos últimos anos com vistas à sustentabilidade da lavoura arrozeira. Os resultados obtidos neste estudo são inéditos no que se refere ao impacto da inserção desses cultivos nas emissões de GEE. As emissões de CH₄ foram reduzidas em mais de 95% com o cultivo de soja e milho comparativamente ao arroz irrigado, nas três safras avaliadas (Tabela 2). A redução das emissões ocorreu em função das condições aeróbias do solo, desfavoráveis à produção de CH₄. Por outro lado, as emissões de N₂O não variaram significativamente entre os cultivos de arroz (2,09 kg de N₂O ha⁻¹) e soja (1,5 kg de N₂O ha⁻¹). Entretanto, as emissões de N₂O na cultura do milho atingiram 7,72 kg de N₂O ha⁻¹, possivelmente devido à maior quantidade de nitrogênio aplicado via adubo (> 240 kg N ha⁻¹), em relação ao arroz (150 kg N ha⁻¹).

A diversificação de culturas em rotação ao arroz irrigado reduziu o PAGp em mais de 85% na média das safras, redução essa ocasionada, principalmente, pela mitigação das emissões de CH₄. Embora as emissões de N₂O (com maior potencial de aquecimento global) tenham tido maior contribuição no PAGp dos cultivos de sequeiro, estas não superaram a proporção de CH₄ no PAGp do cultivo de arroz irrigado.

Por se tratarem de culturas diferentes, optou-se por um índice que calcula o PAGp pela energia bruta produzida em cada sistema (PAGp/EB). Com base nisso, os menores índices PAGp/EB foram observados nas culturas da soja (65 kg CO₂ equiv.Gcal⁻¹) e do milho (57 kg CO₂ equiv.Gcal⁻¹), considerando a média de todas as safras avaliadas, enquanto que no arroz esse índice foi de 276 kg CO₂ equiv.Gcal⁻¹.

Os resultados obtidos nesse estudo indicaram que a diversificação de culturas em áreas tradicionalmente cultivadas com arroz irrigado pode ser uma estratégia eficiente para a redução do PAGp em sistemas produção de grãos no ambiente de terras baixas.

Tabela 1. Emissão acumulada de CH₄ e N₂O, potencial de aquecimento global parcial (PAGp) e PAGp por unidade de grãos produzidos (PAGp/Rend.) em sistemas de produção de arroz irrigado sob diferentes manejos de irrigação, em cinco localidades do Rio Grande do Sul e duas safras de avaliação, 2011/12 e 2012/13.

Local	Sistemas	CH ₄		N ₂ O		PAGp		PAG/Rend.	
		2011/12	2012/13	2011/12	2012/13	2011/12	2012/13	2011/12	2012/13
		----- kg CH ₄ ha ⁻¹ -----		----- kg N ₂ O ha ⁻¹ -----		kg CO ₂ equiv. ha ⁻¹		kg CO ₂ equiv. kg arroz ⁻¹	
Uruguiana	<i>Contínuo</i>	486 ns	745 a	0,35 ns	-0,69 c	12251 ns	18412 a	0,99 ns	1,39 a
	<i>Interm. Moderado</i>	64	206 b	1,16	0,35 b	1941	6741 b	0,16	0,55 b
	<i>Interm. Severo</i>	227	120 b	0,87	1,90 a	5935	3568 c	0,53	0,40 b
Cachoeirinha	<i>Contínuo</i>	360 ns	623 a	0,69 b	0,32 ns	9204 ns	18475 a	1,09 ns	1,97 a
	<i>Interm. Moderado</i>	299	466 ab	1,75 ab	0,56	8006	11819 b	0,98	1,17 b
	<i>Interm. Severo</i>	338	237 b	2,04 a	1,16	9069	6278 c	1,06	0,61 c
Restinga Seca	<i>Contínuo</i>	nd	465 a	nd	-0,29 ns	nd	11451 a	nd	1,96 a
	<i>Interm. Moderado</i>	nd	366 b	nd	-0,15	nd	9111 ab	nd	1,45 ab
	<i>Interm. Severo</i>	nd	331 b	nd	-0,15	nd	8233 b	nd	1,27 b
Pelotas	<i>Contínuo</i>	128 ns	138 a	0,21 ns	-0,16 ns	3272 ns	3400 a	0,36 ns	0,20 a
	<i>Interm. Severo</i>	99	68 b	0,59	-0,45	2663	1563 b	0,31	0,14 b
Camaquã	<i>Contínuo</i>	nd	127 a	nd	-0,06 c	nd	3156 ns	nd	0,35 ab
	<i>Interm. Moderado</i>	nd	118 ab	nd	1,31 b	nd	3343	nd	0,40 a
	<i>Interm. Severo</i>	nd	69 a	nd	2,16 a	nd	2380	nd	0,27 b

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P<0,10) entre tratamentos em cada localidade e dentro de cada ano.

ns = não há diferença estatística pelo teste de Tukey (P<0,10) entre os tratamentos avaliados.

nd = dados não disponíveis.

Fonte: Buss (2012) e Camargo (2015).

Tabela 2. Emissão de CH₄ e N₂O em CO₂ equivalente, produtividade de grãos anual, PAGp, energia bruta produzida e índices de intensidade da emissão de GEE, para as diferentes sistemas de cultivo em áreas de terras baixas.

Safr	Culturas	Emissões de GEE			Rendimento grãos	Energia Bruta ⁽¹⁾ (EB)	Índices GEE ⁽²⁾	
		CH ₄	N ₂ O	PAGparcial			PAG/Rend.	PAG/EB
		kg CH ₄ ha ⁻¹	kg N ₂ Oha ⁻¹	kg CO ₂ equiv. ha ⁻¹	kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Gcal ha ⁻¹ ano ⁻¹		
2011/2012	Arroz	393,2	6,09	11645	8820	38,3	1,32	304
	Soja PC	20,32	1,74	1026	3057	13,6	0,34	75
	Soja PD	9,36	0,70	442	2935	13,1	0,15	33
	Média Soja	14,84	1,22	734	2996	13,4	0,25	54
2012/2013	Arroz	623,0	0,32	15670	9391	40,8	1,66	384
	Soja PC	2,87	0,33	172	3047	13,6	0,06	12
	Soja PD	1,07	0,11	59	3655	16,3	0,02	3
	Média Soja	1,97	0,22	115	3351	14,9	0,04	7
	Milho Sulco	0,94	3,35	1023	11420	45,0	0,09	22
	Milho Aspersão	0,53	3,44	1038	8198	32,3	0,13	32
	Média Milho	0,73	3,39	1030	9809	16,2	0,11	27
2013/2014	Arroz	304,8	-0,13	7581	13527	58,7	0,60	139
	Soja PC	6,80	2,74	986	1826	8,1	0,54	121
	Soja PD	6,75	3,38	1175	1781	7,9	0,66	147
	Média Soja	6,77	3,06	1080	1803	8,0	0,60	134
	Milho Sulco	11,73	15,67	4962	12560	49,5	0,40	100
	Milho Aspersão	7,77	8,44	2708	9660	38,1	0,28	71
	Média Milho	9,72	12,05	3835	11110	43,8	0,34	87

(1) Os dados de energia bruta (EB) para os diferentes grãos produzidos foram obtidos das tabelas brasileiras para aves e suínos de Rostagno et al., 2011. Arroz: 4,34 Mcal kg grão⁻¹, Soja: 4,46 Mcal kg grão⁻¹, Milho: 3,94 Mcal kg grão⁻¹. (2) IGEE: Intensidade das emissões de GEE, medidas como PAGp por unidade de energia bruta produzida pelo sistema. Fonte: Camargo (2015).

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos na pesquisa em gases de efeito estufa na lavoura arrozeira do Rio Grande do Sul indicam o potencial dos sistemas de preparo antecipado e plantio direto, irrigação por inundação intermitente e da rotação do arroz irrigado com culturas como a soja e o milho em terras baixas em mitigar as emissões de gases de efeito estufa em 25-50%, em comparação ao sistemas de produção tradicional de preparo convencional, irrigação por inundação contínua e monocultivo de arroz. A adoção de tais práticas proporciona, inclusive, melhor eficiência do uso da água, manutenção ou aumento da produtividade de grãos por unidade de área, maior retorno econômico e controle de arroz vermelho, dentre outros aspectos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAYER, C. et al. Yield-scaled greenhouse gas emissions from flood irrigated rice under long-term conventional tillage and no-till systems in a Humid Subtropical climate. **Field Crops Research**, Farnham, v.162, p. 60–69, 2014.

BAYER, C. et al. A seven-year study on the effects of fall soil tillage on yield-scaled greenhouse gas emission from flood irrigated rice in a humid subtropical climate. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 145, p. 118-125, 2015.

BUSS, G. L. **Emissões de Metano e Óxido Nitroso em Cultivo de Arroz Irrigado por Aspersão, Alagamento Contínuo e Intermitente**. 2012. 75 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

CAMARGO, E. S. **Potencial de práticas agrícolas em mitigar as emissões de gases de efeito estufa na cultura do arroz irrigado**. 2015, 138 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

CERRI, C. C. et al. Brazilian Greenhouse Gas Emissions: the importance of agriculture and livestock. **Scientia Agricola**. Piracicaba, v. 66, n. 6, p. 831-843, 2009.

CONAB, 2015. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - **Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Safra 2014/15** - Quinto Levantamento. Brasília, pp. 1-116.

COSTA, F. S. et al. Variação diária da emissão de metano em solo cultivado com arroz irrigado no Sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, p. 2049-2053, 2008.

COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v.40, p. 436-443, 2000.

FENG, J. et al. Impacts of cropping practices on yield-scaled greenhouse gas emissions from rice fields in China: A meta-analysis. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.164, p.220-228, 2013.

IPCC. Summary for policymakers. In: CLIMATE Change 2013:the physical science basis.Contribution of working group I to the fifth assessmentreport of the Intergovernmental Panel on Climate Change.Cambridge: Cambridge University Press, United Kingdomand New York, 2013. p. 15-35.

ITOH, M. et al. Mitigation of methane emissions from paddy fields by prolonging midseason drainage Agriculture. **Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 141, p. 359-372, 2011.

IRGA - INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ. Disponível em:

<http://www.irga.rs.gov.br/upload/20141210160340soja_em_rotacao_com_arroz.pdf>.
Acesso em: 05 abr. 2015.

IRRI - International Rice Research Institute. **Rice Facts**. Disponível em: <<http://irri.org>>.
Acesso em: 17 fev. 2015.

KIM, G. Y. et al. Effect of Intermittent Drainage on Methane and Nitrous Oxide Emissions under Different Fertilization in a Temperate Paddy Soil During Rice Cultivation. **Journal Korean Society for Applied Biological Chemistry**, New York, v. 57, n. 2, p. 229-336, 2014.

LINQUIST, B. A. et al. An agronomic assessment of greenhouse gas emissions from major cereal crops. *Global Change Biol.* v. 18, p. 194–209, 2012.

MINAMIKAWA, K. et al. Appropriate frequency and time of day to measure methane emissions from an irrigated rice paddy in Japan using the manual closed chamber method. **Greenhouse Gas Measurement and Management**, v. 2, p. 118-128, 2012.

WESZ, J. **Emissões de Metano e Óxido Nitroso em Planossolo em função do Manejo da Água no Arroz Irrigado**. 2012. 73 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

SOSBAI - SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Santa Maria, 2014. 189 p.

ZSCHORNACK, T. **Emissões de metano e de óxido nitroso em sistemas de produção de arroz irrigado no sul do Brasil e potencial de mitigação por práticas de manejo**. 2011. 101f. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

AVANÇOS TECNOLÓGICOS NO MANEJO DO SOLO E DA ÁGUA VISANDO O CULTIVO DE SOJA EM ROTAÇÃO AO ARROZ IRRIGADO

José Maria Barbat Parfitt¹; Walkyria Bueno Scivittaro²; Maria Laura Turino Mattos²;
Antony Severo Winkler³; Gustavo Mack Teló⁴

Palavras-chave: drenagem superficial, irrigação, várzea, sistematização.

INTRODUÇÃO

As áreas de terras baixas no Sul do Brasil situam-se, majoritariamente, no Rio Grande do Sul, onde ocupam aproximadamente 5,4 milhões de hectares. Os solos mais comumente encontrados nesse ambiente são Planossolos e Gleissolos, que apresentam como característica marcante a drenagem deficiente (PINTO et al., 2004), condição que favorece o cultivo de arroz no sistema irrigado por inundação contínua.

Anualmente, cultivam-se nas terras baixas do Rio Grande do Sul cerca de 1,1 milhão de hectares com arroz, contribuindo com mais de 60% da produção nacional do cereal (IBGE, 2015). Tradicionalmente, o restante da área é utilizado com pecuária de corte extensiva, atividade que, em geral, apresenta níveis baixos de produtividade.

Nos últimos anos, porém, cresceu consideravelmente o cultivo de soja em rotação ao arroz irrigado, ocupando, na safra 2013/2014, área próxima a 300 mil hectares (IRGA, 2014). Essa área ainda é relativamente pequena, considerando-se o potencial e a disponibilidade de terras baixas no Estado. A expansão no cultivo de soja em terras baixas deve-se ao aumento do potencial produtivo da cultura e, particularmente, ao cenário favorável de valorização da oleaginosa no mercado internacional. O cultivo de soja em rotação ao arroz irrigado em terras baixas vai além dos benefícios econômicos, destacando-se a melhoria no controle de plantas daninhas, pela utilização de herbicidas não seletivos, como o glifosato, a interrupção no ciclo de pragas e doenças, a possibilidade de implantação do arroz em sistema plantio direto e a incorporação de nitrogênio (N) ao sistema, pela fixação biológica de N₂. Da mesma forma, a cultura do milho apresenta potencial considerável de inserção nesse sistema de produção, dado ao alto potencial de produtividade, sob manejo adequado, representando, pois, uma possibilidade de redução na dependência de importação do cereal no Rio Grande do Sul (SILVA et al., 2013).

Muito embora nos últimos anos tenham sido disponibilizadas no mercado cultivares de soja com potencial produtivo elevado e mais adaptadas ao ambiente de terras baixas, a produção sustentável dessa oleaginosa e de outras espécies de sequeiro ainda requer avanços tecnológicos, especialmente no que se refere ao manejo do solo e da água, com destaque para o estabelecimento de sistema de drenagem superficial mais eficiente, a melhoria de atributos físicos do solo, a correção da fertilidade do solo e o incremento na fixação biológica de nitrogênio (N). Em algumas regiões arrozeiras do Rio Grande do Sul, há necessidade, também, de adoção de irrigação por superfície, pelas técnicas de sulco/camalhão ou de aspersão.

Nesse sentido, o presente texto tem por objetivo apresentar e discutir avanços tecnológicos relacionados ao manejo do solo e da água para o cultivo de soja e outras espécies de sequeiro em rotação ao arroz irrigado no agroecossistema de terras baixas no Sul do Brasil. Reúne informações consolidadas sobre o tema geradas ao longo de mais de

¹Engenheiro Agrícola, Dr., Embrapa Clima Temperado, jose.parfitt@embrapa.br

²Engenheira Agrônoma, Dra., Embrapa Clima Temperado.

³Engenheiro Agrícola, Doutorando do Programa de Pós-graduação em Manejo do Solo e da Água da UFPel.

⁴Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador Visitante, CAPES/Embrapa Clima Temperado.

duas décadas de pesquisas, realizadas pela Embrapa Clima Temperado em colaboração com instituições parceiras.

TÓPICOS

A seguir serão abordados os principais aspectos relacionados ao manejo do solo e da água para a inserção de soja em rotação ao arroz irrigado, em terras baixas no Rio Grande do Sul.

1. Fertilidade do solo

Na atualidade, o manejo fertilidade do solo visa suprir as demandas nutricionais do sistema de produção, desta forma as práticas de correção e adubação do solo devem ser estabelecidas considerando-se, preponderantemente, o conjunto de culturas, ao invés dessas individualmente.

Os principais componentes do sistema de produção de grãos em terras baixas são as culturas de arroz irrigado e soja. Estas requerem manejos distintos quanto à fertilidade solo e adubação, uma vez que a condição de solo inundado, estabelecida durante o período de cultivo do arroz, promove transformações físicas, químicas, eletroquímicas e biológicas no solo (SOUSA et al., 2006), alterando a disponibilidade e o equilíbrio de nutrientes e a reação do solo.

As alterações decorrentes da inundação do solo têm influência direta sobre a resposta do arroz à calagem e às adubações fosfatada e potássica, especialmente, que é menor do que a de culturas de sequeiro produzidas nas mesmas condições de solo. Em decorrência, o aporte de fertilizantes e corretivos para o arroz normalmente é menor que aquele recomendado para a soja. Tal fato, associado à fertilidade moderada a baixa dos solos arrozeiros do Rio Grande do Sul (ANGHINONI et al., 2004), tornam a adequação do manejo adubação e calagem essencial para suprir a demanda nutricional dessas culturas, possibilitando-lhes alcançar rendimentos satisfatórios.

O manejo da adubação e calagem para a soja em terras baixas deve basear-se no diagnóstico da fertilidade do solo e nas exigências nutricionais da cultura inserida em sistemas de produção envolvendo rotações e sucessões de culturas.

A análise química do solo constitui-se no principal instrumento de diagnóstico da fertilidade do solo, indicando a disponibilidade de nutrientes e a presença de elementos tóxicos às plantas, devendo ser utilizada no estabelecimento de indicações de adubação e calagem.

Com relação à exigência nutricional da soja, esta varia entre cultivares e com o potencial de produtividade da cultura, o qual depende da adequação dos fatores de produção. Desta forma, lavouras com maiores potencial produtivo demandam maior aporte de nutrientes, relativamente às menos produtivas.

Em síntese, as indicações de adubação e calagem para a cultura da soja em rotação ao arroz irrigado requerem o monitoramento da fertilidade do solo, através da análise química, que deve ser realizada, pelo menos, a cada dois cultivos, visto que as indicações de adubação fosfatada e potássica para essa cultura preveem dois níveis, para o primeiro e segundo cultivos, os quais são decrescentes, por considerarem o efeito residual da adubação do primeiro cultivo. Este procedimento não é válido, porém, quando a cultura suceder imediatamente ao arroz irrigado, em razão desta receber um aporte limitado de fósforo (P) e potássio (K). Neste caso, as recomendações desses nutrientes para a soja devem corresponder àquelas indicadas para o primeiro cultivo.

Para fins práticos, o manejo da fertilidade do solo e as recomendações de adubação e de calagem para a soja em terras baixas deve fundamentar-se nas indicações do Manual de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (SOCIEDADE, 2004) e nas indicações técnicas para o cultivo de soja no Rio grande do Sul (OLIVEIRA; ROSA, 2014), cujo conteúdo deve ser utilizado de forma complementar.

2. Fixação biológica de nitrogênio

Entre os fatores limitantes para o cultivo de soja, com a tecnologia de fixação biológica do nitrogênio (FBN) em terras baixas, destaca-se a drenagem natural deficiente dos solos, motivada pelo relevo predominantemente plano, e a ocorrência de frequentes períodos de estiagem, provocando alternância entre o excesso e o déficit hídrico no solo.

A fixação biológica de nitrogênio insere-se no Programa de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), demandando novos desafios para a pesquisa, incluindo a avaliação de resposta para a interação entre genótipos de soja adaptados ao ambiente e estirpes de rizóbios efetivas na FBN.

Em áreas de terras baixas não previamente cultivadas com soja e, portanto, que não possuem população estabelecida de rizóbios, bem como em áreas que tenham sido cultivadas com a oleaginosa e recebido inoculante, a população de rizóbios pode ser baixa ou pouco eficiente. Quatro estirpes de *Bradyrhizobium*, registradas no MAPA (SEMIA 5019, SEMIA 587, SEMIA 5079, SEMIA 5080) são recomendadas para a cultura da soja no Sul do Brasil. Essas estirpes, há muitos anos, vêm sendo utilizadas na composição de inoculantes comerciais, porém, até então, não foram avaliadas quanto à sua efetividade para a cultura da soja no ambiente de terras baixas, exposto a estresses hídricos e térmicos no solo. Mattos e Oliveira (2014) avaliaram a efetividade de estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkanii* na nodulação de soja cultivada em rotação ao arroz irrigado no Rio Grande do Sul, constatando a sobrevivência das estirpes avaliadas frente à saturação do solo e aos estresses hídrico e térmico, bem como a efetividade das estirpes de *B. japonicum* "SEMIA 5080" e *B. elkanii* "SEMIA 5019" para a nodulação da cultivar de soja BRS Charrua RR.

Em termos de produtividade, a cultivar de soja NA 5909 RG submetida a estresse por excesso de água em terras baixas demonstrou retorno econômico da inoculação de sementes com produto comercial líquido composto por *B. japonicum* SEMIA 5079 e SEMIA 5080 e aditivos protetores de bactérias, com dois dias de pré-tratamento, sendo de 54 sacos/ha, ou seja, nove sacos a mais relativamente à ausência de inoculação. A alta concentração de células de SEMIA 5079 e SEMIA 5080 e a sua proteção em formulações comerciais resultam em melhoria na aderência do produto e estimula a multiplicação de bactérias, consequentemente, maximizando a sobrevivência e eficiência no estabelecimento da simbiose frente aos efeitos dos estresses hídricos verificados pré e pós-emergência da soja (MATTOS et al., 2015).

Outro aspecto importante quanto à tecnologia de FBN em soja cultivada em terras baixas é que essa pode ser prejudicada pela presença de agrotóxicos no solo. Há evidência de persistência no solo de herbicidas que vêm sendo usados em larga escala em arrozais irrigados no Rio Grande do Sul, inclusive em áreas com histórico de cultivo de soja em rotação ao arroz, onde o uso de inoculantes contendo bactérias fixadoras de nitrogênio é rentável ao produtor (MATTOS et al., 2013). Há também a preocupação com os tratamentos de sementes com fungicidas e inseticidas, visto que os rizóbios são sensíveis, indicando que devem ser usados com cautela e com base em informações de estudos toxicológicos realizados pela pesquisa.

Adicionalmente, em condições edafoclimáticas específicas como as terras baixas, há necessidade de avaliar continuamente o desempenho de genótipos de soja em interação com as estirpes recomendadas pelo MAPA e novas estirpes que serão liberadas especificamente para essa condição de cultivo, bem como de tecnologias de aplicação de inoculantes já consagradas para a soja em outros ambientes. Esse esforço da pesquisa possibilitará o estabelecimento de sistemas de produção sustentáveis com a contribuição da FBN e eliminação do uso de nitrogênio, visando à consolidação de uma agricultura de baixa emissão de carbono.

3. Problemas físicos e compactação do solo

Os solos de terras baixas apresentam restrições quanto à aeração, decorrente da baixa relação entre macro e microporos, que é prejudicial ao desenvolvimento adequado do

sistema radicular de espécies de sequeiro, como a soja. Essa condição natural é agravada por características do preparo adotado para o cultivo de arroz irrigado, que é superficial e envolve um número elevado de operações agrícolas. Ademais, a colheita do arroz, normalmente realizada em solo com alto teor de umidade, contribui para a compactação do solo.

A compactação do solo caracteriza-se pela formação de uma camada com maior densidade, confinando as raízes em um volume menor de solo e, portanto, restringindo seu desenvolvimento. Em decorrência, como as plantas dependem da água e nutrientes disponíveis no solo para se manter, em solo compactado, pela menor disponibilidade tornam-se mais suscetíveis às variações climáticas.

Diversos estudos indicam benefícios de operações para a descompactação do solo, como a escarificação, sobre a produtividade de grãos de soja cultivada em terras baixas (MARCHESAN, 2013). A partir dessa constatação, pode-se inferir que é recomendável realizar a escarificação do solo sempre que for determinada resistência à penetração igual ou superior a 2,5 Mpa nos 25 cm superficiais. No entanto, é importante ressaltar que a escarificação realizada em profundidade superior a 25 cm não é recomendada, por afetar a capacidade de sustentação do solo em operações com máquinas agrícolas.

A compactação da camada superficial do solo também pode ser causada pelo revolvimento decorrente de operações agrícolas, ou ainda, pelo uso das áreas com pastejo intensivo durante o período de outono/inverno. Para amenizar esta situação, indica-se o uso de semeadeira munida de hastes sulcadoras (facão) ou de discos turbos (ondulado), que propiciam a descompactação da camada superficial e melhora o acomodamento das sementes.

4) Manejo da água

Este tópico inclui todas as tecnologias que, direta ou indiretamente, visam amenizar os problemas decorrentes do excesso ou deficiência hídrica para a soja cultivada em rotação ao arroz irrigado, os quais são extremamente relevantes no ambiente de terras baixas. Estes incluem questões relacionadas à drenagem, sistematização e irrigação.

De forma geral, como os solos das terras baixas do Sul do Brasil apresentam baixa condutividade hidráulica, a configuração da superfície do terreno assume grande importância, uma vez que define a necessidade de sistematização e a forma de ser realizada, bem como os projetos de irrigação e de drenagem para as culturas de sequeiro, como a soja. Nesse sentido, uma ferramenta básica e inovadora para o sistema de produção é a obtenção do modelo digital de elevação do terreno (MDE), obtido com *Global Position System* (GPS) e base *Real Time Kinematic* (RTK). A partir do MDE, definem-se o projeto de sistematização em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), permitindo avaliar o sistema de drenagem natural do terreno e inferir sobre a melhor forma de gestão da água na área.

A tecnologia de GPS com base RTK já se encontra disponível, devendo popularizar-se nos próximos anos para fins agrícolas. Sua aplicação após a obtenção do MDE de áreas, na drenagem, sistematização e irrigação será abordada na sequência.

4.1. Drenagem

A má drenagem no ambiente de terras baixas deve-se, basicamente, a dois fatores: a baixa condutividade hidráulica do solo e o relevo predominantemente plano. Em decorrência, o estabelecimento de sistema de drenagem superficial é a única forma viável de melhorar o escoamento de água.

De maneira geral, a macrodrenagem superficial já existe nas áreas cultivadas com arroz, sendo utilizada por essa lavoura. Entretanto, para o cultivo de soja, é necessário, ainda, estabelecer ou melhorar a microdrenagem superficial, ou seja, no interior dos talhões de cultivo. A melhoria da microdrenagem superficial, visando atender a todo o sistema de produção, requer a uniformização (sistematização) da superfície do terreno e a demarcação adequada de drenos coletores do escoamento superficial de água, especialmente após

chuvas intensas. Uma boa condição de drenagem implica em rápida eliminação da maior parte da água acumulada na superfície do terreno.

A alocação e construção de pequenos drenos deve ser realizada sempre que o solo for preparado, ou seja, após os cultivos de arroz, quando operações de preparo são necessárias para corrigir imperfeições decorrentes da colheita mecanizada em solo com conteúdo alto de água. Para que os drenos superficiais sejam eficientes, é requerida a alocação correta na lavoura, o que muitas vezes não é possível, em razão de, no momento da execução, o terreno encontrar-se seco, sendo sua localização definida visualmente pelo operador de máquinas. Poucos drenos bem localizados são mais eficientes que vários definidos sem base técnica.

Estudos recentes realizados pela Embrapa Clima Temperado geraram um método de alocação de drenos baseado no MDE. Esse permite que a alocação seja feita de forma automatizada, utilizando-se trator dotado de GPS e piloto automático (WINKLER et al., 2013). O método requer que o MDE da área apresente precisão elevada, isto é, seja estabelecido com mais de 1000 pontos por hectare, possibilitando a identificação das linhas de fluxo de drenagem natural. Tais linhas representam os drenos no campo. A decisão sobre o número de drenos utilizado cabe ao técnico que está elaborando o projeto, requerendo, portanto, boa experiência de campo. Uma vez realizado o projeto, este poderá ser utilizado quantas vezes forem necessárias, desde que a superfície do solo mantenha-se inalterada.

O método descrito ainda requer aprimoramento para que, além da perfeita alocação (x, y), seja possível controlar a profundidade do dreno (z), garantindo o escoamento integral da água de zonas encharcadas ou com deposição de água em superfície. O método atualmente disponível prevê o estabelecimento de projeto com a demarcação de pontos de controle com profundidade mínima de dreno para garantir drenagem eficiente.

4.2. Sistematização

Sistematização é o processo da adequação da superfície natural do terreno com a finalidade de transformá-la em um plano, com ou sem declividade, ou ainda, em um superfície curva organizada (PARFITT et al., 2004). As áreas sistematizadas no Rio Grande do Sul somam uma área de aproximadamente 300 mil hectares, a qual ainda é bem limitada frente ao total de área de terras baixas. Os projetos de sistematização executados visaram, principalmente, a cultura do arroz irrigado e, por essa razão, em sua maioria, foram feitos na ausência de declividade. Entretanto, se o objetivo da sistematização é melhorar o sistema produtivo como um todo, ou seja, contemplando todas as culturas, a adoção de sistematização com declividade é mais adequada, pois melhora a drenagem superficial (WINKLER et al., 2013), principal limitante para espécies de sequeiro no ambiente de terras baixas.

Um novo método de sistematização do terreno, controlado por GPS com base RTK, está sendo introduzido no Brasil. Esse permite realizar a sistematização em superfície curva, ou seja, com declividade variada, em substituição às tradicionais superfícies planas, executadas com controle *laser* ou na presença de água. O método já se encontra em uso em outras regiões do mundo como, no delta do Mississipi (EUA) e na Austrália. Essa ferramenta representa um avanço tecnológico significativo em relação ao sistema a *laser* (WINKLER et al., 2015), que permite, apenas, a sistematização em planos. A sistematização em curva adapta-se melhor à superfície natural do terreno, suavizando-a, promovendo cortes e movimentação do solo menores, com consequente redução no custo de execução e no impacto ambiental negativo. Este novo sistema de sistematização, além de eliminar totalmente os problemas localizados de drenagem (lagoas), facilita a irrigação por superfície para o arroz e, principalmente, para culturas de sequeiro como a soja e o milho.

4.3. Irrigação por superfície

As novas cultivares de soja apresentam elevado potencial produtivo no ambiente de terras altas e sob irrigação. Em diversas situações atingem produtividades da ordem de 6 t

ha⁻¹. Em terras baixas, para que a cultura apresente produtividades próximas a esse patamar, é preciso não apenas disponibilizar condições nutricionais adequadas, mas também minimizar os problemas de drenagem e de deficiência hídrica do solo. Nesse sentido, o cultivo no sistema de sulco/camalhão (microcamalhão), localizado adequadamente na área, garante drenagem eficiente e possibilita a irrigação por sulco, se necessária.

O projeto e a localização dos camalhões deve seguir a mesma lógica referida para a demarcação de drenos superficiais, exceção feita para o caso de o terreno ter sido sistematizado segundo um plano, condição em que os camalhões serão locados em linha reta. A sistematização do terreno em plano ou em superfície curva propicia uma situação ideal, pois impede a ocorrência de declividade negativa no sentido dos sulcos ou de declividade transversal muito acentuada, que dificultam o êxito da atividade.

Especificamente quanto à irrigação da soja no sistema de sulco/camalhão, a distribuição de água a partir do canal e a aplicação nos sulcos é facilitada pelo uso de mangueiras plásticas atualmente disponíveis no mercado nacional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo exposto podemos verificar que há vários aspectos tecnológicos em que a cultura da soja em rotação com arroz irrigado pode e deve avançar. A adoção das essas tecnologias principalmente das geotecnologias como geração de modelos digitais de elevação do terreno, GPS com base RTK e as consequentes das mesmas possibilitarão uma melhor gestão dos recursos hídricos. Até a atualidade a falta de um adequado controle da água foi um forte limitante para a cultura de a soja atingir altos patamares de produtividade. Considerando-se que o ecossistema de terras baixas, em geral, é potencialmente rico em recursos hídricos, juntamente com outras características positivas como a topografia plana, poderá num futuro próximo se tornar pelo contrário em ponto forte pois a água na agricultura é um insumo primário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGHINONI, I.; GENRO JÚNIOR, S. A.; SILVA, L. S. da; BOHNEN, H.; RHEINHEIMER, D. S.; OSÓRIO FILHO, B. D.; MACEDO, V. R. M.; MARCOLIN, E. **Fertilidade dos solos cultivados com arroz irrigado no Rio Grande do Sul**. Cachoeirinha: IRGA, 2004, 52 p. (IRGA. Boletim técnico, 1).

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/>>. Acesso em 15 jan. 2015.

IRGA. INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ. Levantamento de área semeada com soja em terras baixas no Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/upload/20141210160340soja_em_rotacao_com_arroz.pdf>. Acesso em 28 out. 2014.

MARCHESAN, E. Desafios e perspectivas de rotação com soja em áreas de arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013. Santa Maria, RS. **Palestras...** Santa Maria: SOSBAI, 2013. p. 1628-1637.

MATTOS, M. L. T.; ANDRES, A.; MARTINS, J. F. da S.; GALARZ, L. A.; FACIO, M. L. P. Residual dos herbicidas imazapir e imazapique em solo, água e sedimento de lavoura de arroz irrigado no Rio Grande do Sul In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: SOSBAI, 2013. v. 2, p. 1320-1323.

MATTOS, M. L. T.; OLIVEIRA, A. C. B. Efetividade de estirpes de *Bradyrhizobium* na nodulação da soja cultivada em terras baixas. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 40. 2014, Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014. 1. CD-ROM.

MATTOS, M. L. T.; OLIVEIRA, A. C. B.; SCIVITTARO, W. B.; GALARZ, L. A.; MALDANER, E. T. Nodulação e rendimento de soja sob estresse hídrico no agroecossistema terras baixas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 9., 2015, Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas: SOSBAI, 2015. PD.

OLIVEIRA, A. C. B. de; ROSA, A. P. S. A. da (Ed.). **Indicações técnicas para cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2014/2015 e 2015/2016**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014. 124 p.

PARFITT, J. M. B.; SILVA, C. A. S.; PETRINI, J. A. Estruturação e sistematização da lavoura de arroz irrigado. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de (Ed.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. 1.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 23-44.

PINTO, L. F. S.; LAUS NETO, J. A.; PAULETTO E. A. Caracterização de solos de várzea. In: GOMES, A. da S.; PAULETTO, E. A. (Ed.). **Manejo de solo e da água em áreas de várzea**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999, p. 11-36.

SILVA, P. R. F. da; SCHOENFELD, R. Desafios e perspectivas da rotação com milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria, RS. **Palestras...** Santa Maria: SOSBAI, 2013. v. 1. p. 1638-1642.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS-CQFS, 2004. 400 p.

SOUSA, R. O.; CAMARGO, F. A. de O.; VAHL, L. C. Solos alagados: reações de redox. In: MEURER, E. J. (Org.). **Fundamentos de química do solo**. 3 ed. Porto Alegre: Evangraf, 2006, p. 185-211.

WINKLER, A. S.; HENRY, C. G.; PARFITT, J. M. B.; TIMM, L. C.; SCIVITTARO, W. B.; TEIXEIRA-GANDRA, C. F. A.; SILVA, J. T. da; LONGARAY, M. B. Uso de GPS e modelos com declividade variada na sistematização em terras baixas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 9., 2015, Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas: SOSBAI, 2015. PD.

WINKLER, A. S.; PARFITT, J. M. B.; TIMM, L. C. Locação de drenos através da análise de modelo digital de elevação em área de várzea. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: SOSBAI, 2013. v. 1. p. 1136-1139.

REFLEXOS ECONÔMICOS DA INSERÇÃO DA SOJA NO SISTEMA DE PRODUÇÃO EM ÁREAS ORIZÍCOLAS

Tiago Sarmiento Barata¹; Álvaro Escher²; Michel Kelbert³; Victor Hugo Kayser³

Palavras-chave: rotação de culturas, estratégia comercial, sazonalidade de preços.

INTRODUÇÃO

Inegavelmente o cultivo do arroz irrigado tem uma enorme importância econômica e social para o estado do Rio Grande do Sul. De acordo com o Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), neste ano (safra 2014/2015) foram produzidos 8.719,4 mil toneladas de arroz em 1.125,4 mil hectares, representando 69,3% da safra nacional do grão. A produção deste volume de arroz envolve 6,4 bilhões de reais e a participação da cultura na economia gaúcha é crescente. Graças, em especial, aos ganhos de produtividade, a safra gaúcha de arroz teve um crescimento de 26,9% nos últimos dez anos, enquanto a produção brasileira cresceu 8,4%.

Apesar da produção orizícola gaúcha ser caracterizada pela alta eficiência, tanto quantitativa quanto qualitativa, as áreas de cultivo, caracterizadas pela má drenagem, praticamente impõem aos produtores a monocultura, que ameaça a sustentabilidade da atividade no longo prazo.

Buscando quebrar a fragilidade, principalmente em relação ao controle de plantas invasoras, os produtores passaram a buscar alternativas de culturas para serem colocadas em rotação. Porém, as opções de culturas viáveis são limitadas em razão das condições edafoclimáticas e também pelo aspecto cultural. Respaldados pelo desenvolvimento de práticas de manejo e pelos avanços oriundos do melhoramento genético muitos produtores começam a ganhar confiança no cultivo de outras culturas como milho, sorgo e, principalmente, soja.

INSERÇÃO DA SOJA NO SISTEMA DE PRODUÇÃO EM ÁREAS ORIZÍCOLAS

O cultivo da oleaginosa em rotação com o arroz é uma experiência recente no Rio Grande do Sul. De acordo com o Irga, na safra 2009/2010 a área era de 11.150 hectares e atingiu a maior dimensão até então na safra 2013/2014 com 287 mil hectares. Segundo o Irga, 282,6 mil hectares de soja foram cultivados em rotação ao arroz no Rio Grande do Sul nesta última safra (2014/2015). A região da Campanha é a com maior participação, representando 30% desta área, seguida pela Zona Sul e Planície Costeira Interna à Lagoa dos Patos que detêm respectivamente 24% e 21%. Pode-se atribuir a ligeira redução observada nesta última safra às adversidades climáticas (excesso de chuva) enfrentadas pelos produtores no período de plantio.

¹ Mestre em Agronegócios, Diretor Comercial do Instituto Rio Grandense do Arroz, Av. Missões 342, Porto Alegre/RS, Tiago-barata@irga.rs.gov.br.

² Economista, Instituto Rio Grandense do Arroz

³ Mestre em Economia, Instituto Rio Grandense do Arroz

Segundo Pilon et al (2013), diversos levantamentos apontam que a Metade Sul é praticamente a única região com área disponível para expansão da cultura da soja no Rio Grande do Sul.

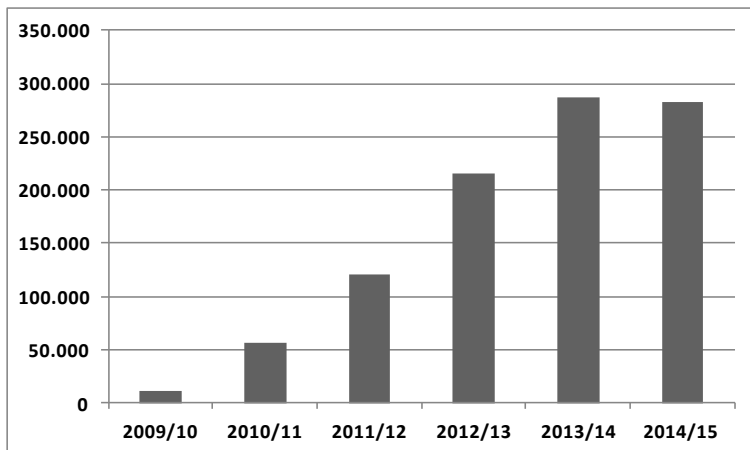


Gráfico 1: Evolução da área de soja cultivada em rotação com o arroz no Rio Grande do Sul (fonte: Irga)

Em experimento realizado na Estação Experimental do Arroz do Irga, em Cachoeirinha/RS, Costa et al (2013), ficou evidente que a lavoura de arroz em rotação com a cultura da soja tem ganhos de produtividade quando comparada com uma lavoura em cultivo contínuo de arroz.

A melhoria da fertilidade do solo, a redução do banco de sementes de plantas daninhas no solo e a facilidade de implantação subsequente de forragens e de outras culturas são benefícios já comprovados do cultivo da soja em rotação com arroz irrigado (Pilon et al., 2013)

REFLEXOS ECONÔMICOS

Naturalmente, essa relação simbiótica entre arroz e soja em rotação geram vantagens também econômicas como a otimização do uso do solo, maquinário e recursos humano; incremento do potencial produtivo pela melhoria das condições físicas e químicas do solo, bem como no auxílio do controle de plantas invasoras. Os reflexos econômicos desta relação soja-arroz são evidentes, mas as avaliações são empíricas, carecem de abordagens científicas.

Além dos reflexos econômicos diretamente relacionados aos benefícios agrônômicos, podemos atribuir à inserção da soja no sistema de produção do arroz uma vantagem ao orizicultor na elaboração da sua estratégia comercial.

Até então, tendo o arroz como a única opção de cultivo, o produtor tinha a sua renda atrelada à condição de mercado desta única commodity. Agora, à medida que se ampliam as alternativas de cultivo, o produtor pode optar pela cultura que estiver em melhor momento comercial e pode melhor escalonar as vendas de dois ou mais produtos de acordo com a conjuntura.

De acordo com Viana e Souza (2007), o mercado de arroz apresenta ciclos históricos mais ou menos regulares. Isso é explicado pela própria dinâmica dos investimentos na agricultura, que também apresentam ciclos de expansão e retração devido ao papel

sinizador que os preços dos anos anteriores têm sobre os investimentos correntes. Assim, anos de preços elevados conduzem a maiores investimentos, os quais aumentam a produção e pressionam os preços novamente para baixo nos anos seguintes, o que tende a retrair os investimentos posteriores e vice versa.

A variação sazonal dos preços pagos ao produtor de arroz, ou seja, a variação média de preços dentro do ano foi analisada por Viana e Souza (2007), que identificaram um aumento a partir da década de 90. Isto deve basicamente a dois fatores: à redução da participação do governo na administração dos mercados do produto, que praticamente suprimia a sazonalidade de preços nas décadas de 70 e 80; e à maior abertura comercial do Brasil no setor agrícola, sobretudo para países vizinhos do Mercosul, também ocorrida a partir dos anos 90, que trouxe uma maior instabilidade aos mercados e ajudou a tornar inócua a administração dos mercados via instrumentos acima citados.

De acordo com Ludwig (2004), os preços médios da saca do arroz tendem a apresentar decréscimo a partir de março, estabilizam por alguns meses e apresentam acréscimos em agosto. Esses períodos coincidem com épocas de safra e entressafra, principalmente no Rio Grande do Sul e demonstra uma redução do produto nesse mês, devido a necessidade de antecipação na comercialização do arroz para pagamento dos empréstimos de custeio, de menor disponibilidade de recursos de empréstimos do governo federal e da descapitalização do produtor rural.

Ludwig (2004), também conclui que, outubro, novembro, dezembro e janeiro são os melhores meses para comercialização da safra. Portanto é muito importante a indústria buscar informações a respeito do plantio e da colheita do arroz para adequar suas estratégias aos preços praticados.

Com o objetivo de identificar o impacto da introdução da soja no portfólio do tradicional produtor de arroz irrigado no Rio Grande do Sul, Rosso e Barata (2014) analisaram a sazonalidade dos preços do cereal divididos em dois períodos: anterior à consolidação da soja como alternativa de rotação (PAS) entre 2005 a 2011, e pós este período (PPS), após 2011. Conforme pode ser observado no Gráfico 2, fica claro que a soja garantiu uma maior estabilidade dos preços do arroz irrigado do Rio Grande do Sul ao longo do ano.

Tendo a soja no seu portfólio, o produtor de arroz não mais se viu obrigado a vender o cereal logo após a colheita, minimizando a pressão baixista neste período. No Período Anterior a Soja (PAS) a curva de sazonalidade indica uma volatilidade de 5,6% em torno da média anual, enquanto que no Período Pós Soja (PPS) essa volatilidade passou para 4,7%.

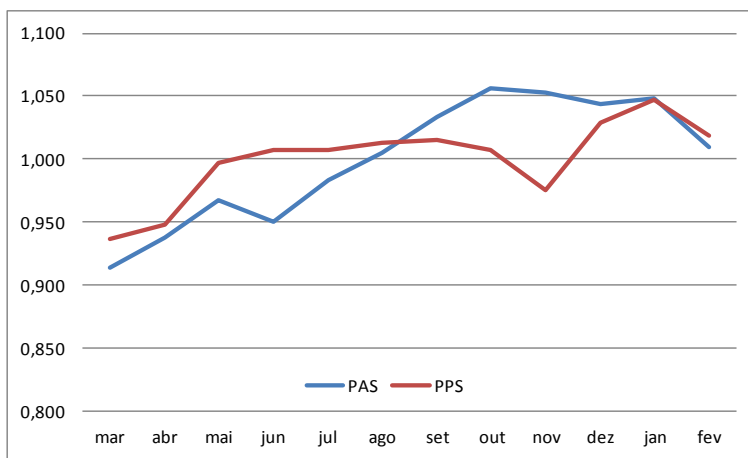


Gráfico 2: Sazonalidade de preço da saca de arroz em casca no Rio Grande do Sul (Indicador Cepea) (ROSSO E BARATA, 2014)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, A. A.; SCHOENFELD, R.; ANGHINONI, I. Produtividade do arroz irrigado em sistema sucessão com azevém e rotação com soja. In. VIII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado 8, 2013, Santa Maria, RS – Santa Maria. Anais... UFSM, Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, 2013.

LUDWIG, V. S. A Agroindústria Processadora de Arroz: Um Estudo das Principais Características Organizacionais e Estratégias das Empresas Líderes Gaúchas. Dissertação. Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 2004.

PILON, M.; ZUGE, E. T. E.; FERREIRA, J. L. Avaliação de cultivares de soja semeadas com e sem microcamalhão em rotação com arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria. Avaliando cenários para a produção sustentável de arroz: anais. Santa Maria: UFSM; Porto Alegre: Sosbai, 2013. p. 1100-1103.

ROSSO, B.; BARATA, T.S. A INFLUÊNCIA DA EXPANSÃO DO CULTIVO DA SOJA NO COMPORTAMENTO DOS PREÇOS DO ARROZ NO RIO GRANDE DO SUL. In. Congrega 2014, Bagé, RS – Anais ... Urcamp, Bagé, 2014

VIANA, J. G. A.; SOUZA, R. S. Análise do Comportamento dos Preços Históricos do Arroz no Rio Grande do Sul de 1973 a 2005. Dissertação. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 2005.